

۴۷۹۵

مجموعہ ادبیہ

دورہ فیزیک

جلد دوم

مخصوص سال سوئم مدار کس مو

تالیف

کتابخانہ ممبئی عارف

احمد رام - ف - فصیحی - ن - لصیری

فارغ التحصیلہائی از انون

چاپ دوم حق طبع محفوظ

۱۳۵۶

شہر پور



کتابخانہ علمی

کتابخانہ علمی - خیابان ناصر - طرہ

دستور رسمی تعلیمات متوسطه مصوبه شورای عالی معارف

صوت - حقیقت صوت - انعکاس صوت - صفات صوت - دیافازن - میزان تصوت

نور - اجسام منیره و مستیره - اجسام شفاف یا حاکی مادوراء - اجسام که ریاحب با ورا

اجسام نیم شفاف - انتشار مستقیم الخط نور - سایه - مختصری در باب انعکاس انکسار نور -

تصویراتی که از آینه ما و عدسیها حاصل میشوند (این مطالب فقط باید عملاً باشد) سیر شده و تصویر حقیقی

و مجازی - مختصری در خصوص ایصار - نزدیک بین و دور بین - ششهای یک جهت اصلاح چشم

عدسی - ذره بین - شرح مختصری در خصوص عدسک ذره بین - ترکیب عدسک نور

الکتریسیته - تولید الکتریسیته - استوانه فاراده - مقدار تولید

بواسطه مجاورت - قدرت نوکها - قدرت ماشین الکتریسیته - مطالب تجربه در خصوص اختلاف سطح الکتریسیته

ظرفیت الکتریسیته بطور اختصار - آلات متعلقه بالکتریسیته مکاتف - جریان الکتریسیته - قطب نما - این

حوزه مقناطیس - جریان الکتریسیته - قاعده امپیر - سولنید جریان ولوله شکل - الکتریسیته با تجربه

اجسام با عانت الکتریسیته بطور اختصار - امپیر - امپیر متر - مقاومت الکتریکی - اهم

قانون اهم - ولت - ولت متر - قانون اول - قدرت الکتریکی دات - مورد استهلال

همه مقناطیس الکتریکی - اصول مغراف - ماشین کرام - اصول آثار الکتریسیته القایی - مختصر

در باب الکتریسیته جو - برق گیر -

مبحث اول

صوت



فصل اول

حقیقت صوت

چون قطعه سنگی را در حوض آبی بفلجیم بلافاصله در سطح آب فرو رشتی و بر سطحی با
شکل دایره متحد المکر که مرکز مشترکشان موضع سقوط سنگ است تولید میشود، این
دایره متوالی فرو رفتگی و برجستگی رفته رفته بزرگ نمیدهند و بکنار حوض میرسند و باین
سمت مرکز اصلی خود بر میگرددند - طایفه آهسته آهسته بظن میرسد که اصلاً خود ذرات آب اینجا
حرکت کرده از محل سقوط سنگ در میروند ولی اگر پره گاه یا قطعه چوب مدی در سطح
آب باشد از محل خود حرکت نکرده بلکه در ضمن انتشار امواج آب گاهی بالا آمده

گاهی پایین میرود و باین قسم در روی خط قائم محل خود حرکاتی را انجام میدهد
اولی (پاندول) را اگر از وضع قائم منحرف کرده بگذارند در طرف ابتدا

اولیه خود حرکاتی بسبب حرکت فوق الذکر

مجرى میدهد . (شکل ۱)

این قبیل حرکات انسان یا ارتعاش

گویند .



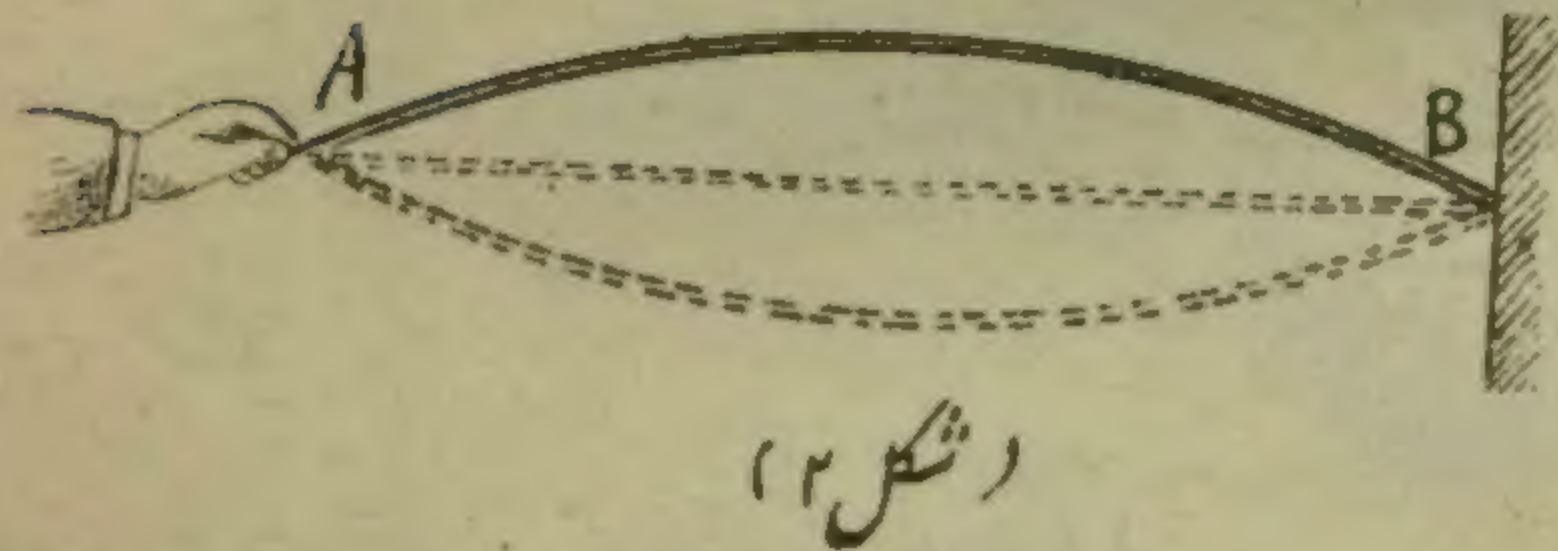
(شکل ۱)



صوت نیز کیفیت است که بواسطه حرکت نوسانی و ارتعاش اجسام
تولید شده، هوایا وسیله دیگری آن را بکوشش میرساند

برای اثبات این امر چند تجربه دلی را می نگاریم :

۱- دو مفتول نازکی را در دو نقطه A و B ثابت میکنیم در حال



(شکل ۲)

وسط آن را کمی بطرف
پایین یا بالا کشیده و
کنیم دیده میشود که
پس از عودت بوضع
اولیه خود در آن حال

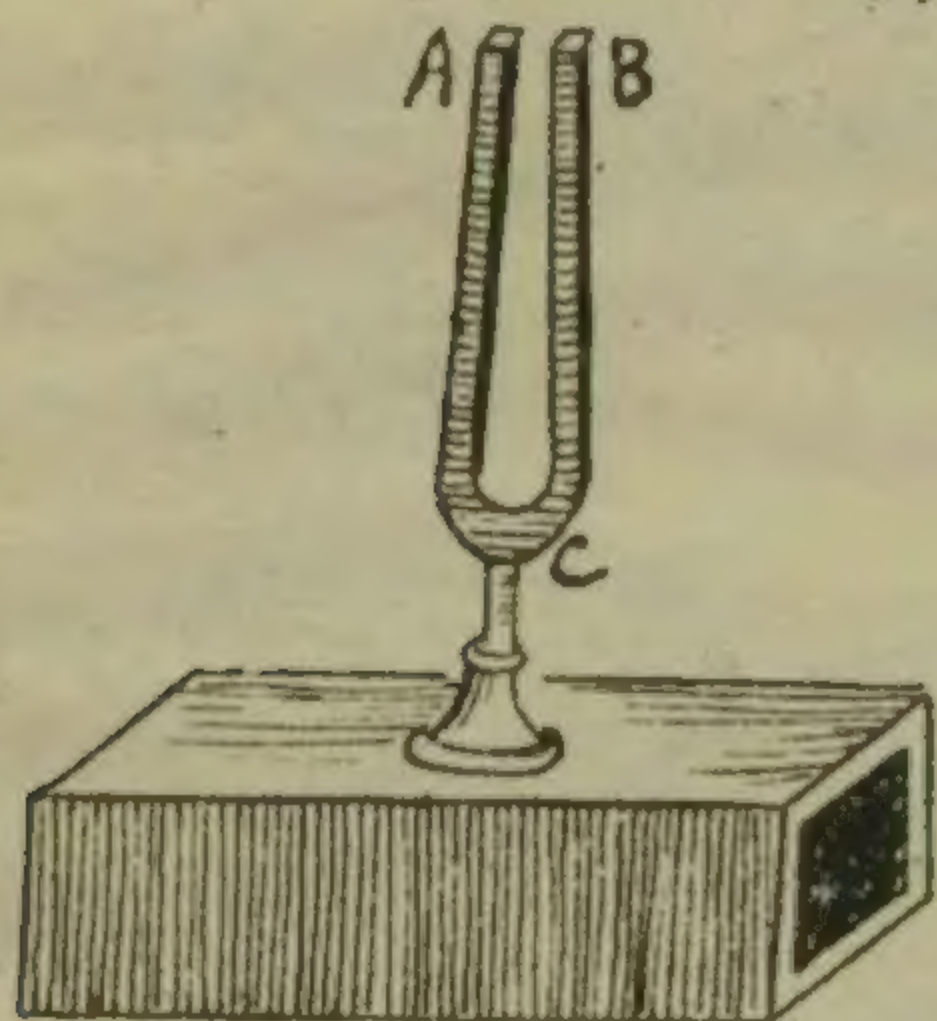
ثابت نموده بلکه یک سلسله نوساناتی در اطراف آن مینماید که رفته رفته
وستان کم شده بصفر میرسد یعنی مفتول ساکن میگردد و بعدا دوباره در مقام
نوسان صدائی بکوشش میرسد که نتیجه ارتعاش مفتول است و اگر دست
روی آن گذارده شود فوراً قطع میگردد زیرا در این حالت از نوسان مفتول



جلوگیری شده است (شکل ۲)

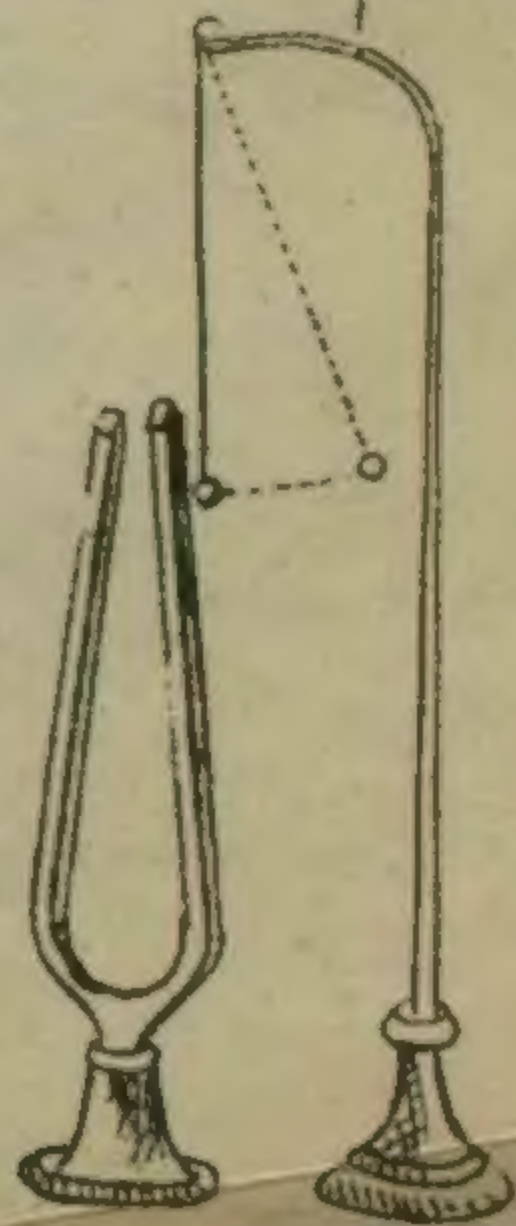
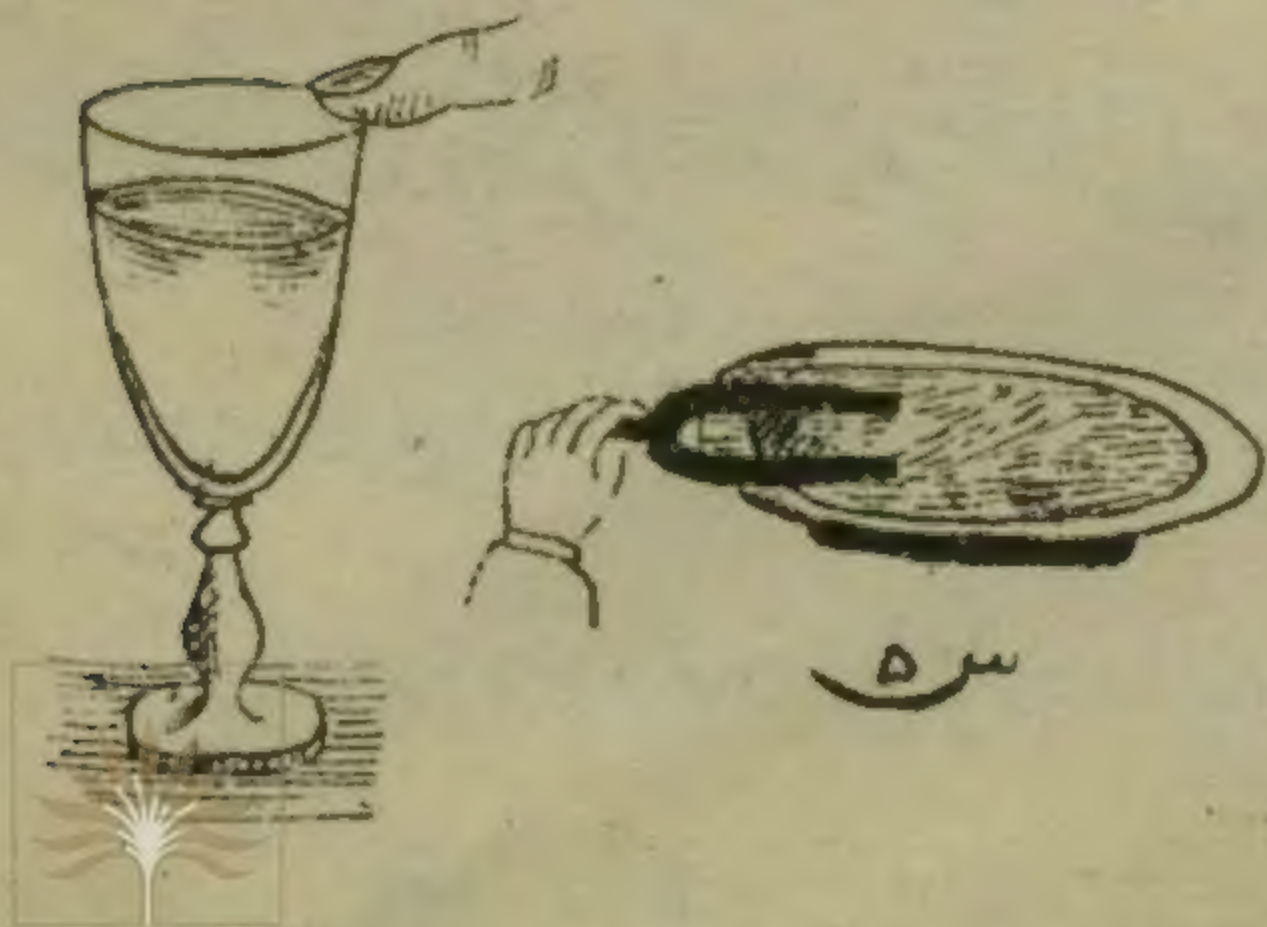
۲- صداسنج (Diapason) آلتی است که بزرگترین

فولادی خمیده ABC که بر روی پایه محکم شده است ^{ست} هرگاه در این ^{لک}
 دوسر A و B را بیکدیگر نزدیک کرده و با کسبیم باز صدائی ^{تشدید} می شود
 و هر یک از شاخه های صداسنج حرکاتی شبیه بحرکات ممتول تجربه (۱) مینمایند



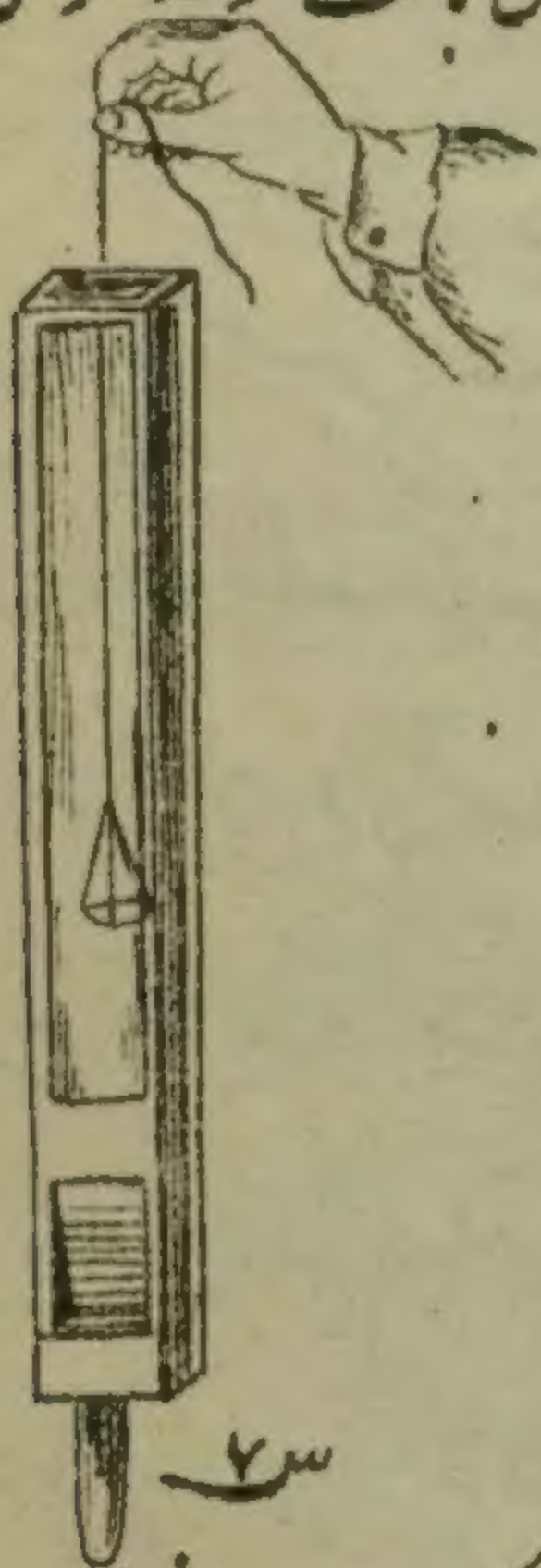
آنگاه راسکی از شاخه های صداسنج نزدیک
 می کنیم ارتعاشات آن سبب میشود که گاهی
 آنگاه از شاخه دور و گاهی بنزدیک
 میشود ^{سرعت}

همینطور اگر شاخه صداسنج را در ظرف آبی
 داخل کنیم ارتعاشات آن سبب میشود که قطرات آب بجا رج پراکنده شوند ^{ست} ^{سر}



و همچنین اگر داخل گیلای آب بریزند و با انگشت ضربتی بر لبه گیلای سوراخ دارند
در سطح آب امواجی تولید میشود .

۴- لوله های صوتی لوله های هستند به شکل مکعب متعین که یکی از سطوح طرفینشان
باشیه ساخته شده است یکسر لوله باز و یکسر آن با کت موله صوتی مربوط میباشد



س- چون این لوله با واسطه
نخی غشاء نازکی را که در روی آن ششها
ریخته و رخمیده اند داخل کنیم بعد غشاء
بعضی از نقاط لوله رسید ششها در روی
غشاء جستن کرده و صد میکنند و حال آنکه
در بعضی نقاط دیگر ساکن و سحرکت میکنند
این تجربه نیز ثابت و محقق میشود اگر که

هوای داخل لوله برابر تولید صوت و دارای حرکت نوسانی است
از تمام این تجربیات معلوم میشود که : تولید صوت همیشه به سبب

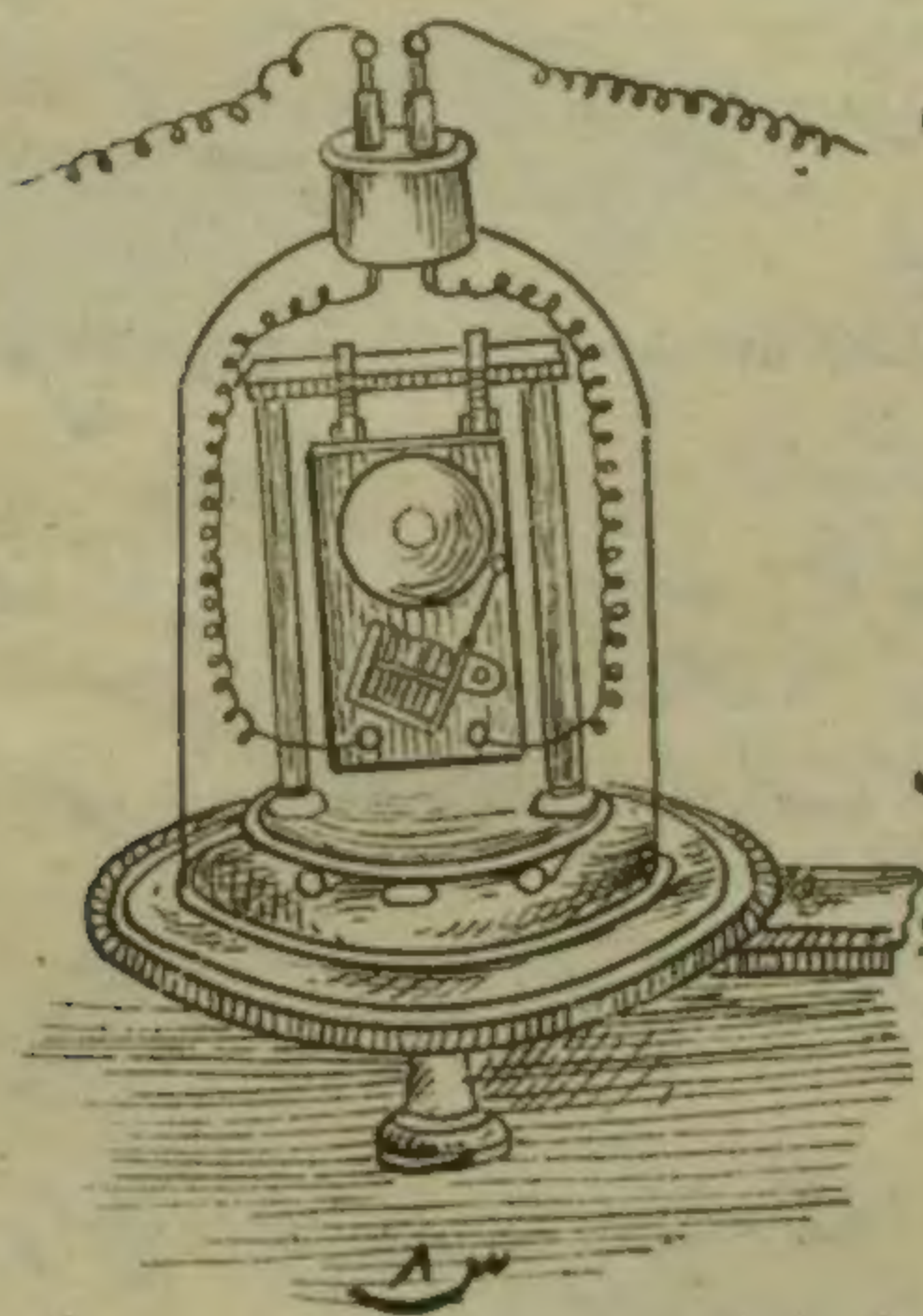
ارتعاش اجسام است

انتقال صوت



و نسبتیم که صوت نتیجه حرکت ارتعاشی اجسام است و حرکت از جسم مولد صوت
 بذرات هوایا اجسام مجاور خود منتقل شده بگوشش میرسد باین هرگاه
 صوت در خلأ تولید شود اغشار پیدا نمیکند چنانکه از تجربه ذیل این مسئله بخوبی
 واضح میشود :

در داخل سرپوش بلوری که مربوط بماشین تحلیه هوا است زنگ اخباری را در تحلیه
 هوای آن را تحلیه میکنیم پس از وصل جریان الکترسیته از خارج سرپوش
 دیده میشود که رقاصک زنگ حرکت
 کرده بزنگ میخورد و صدای
 بگوشش میرسد در صورتیکه اگر هوا
 داخل سرپوش نمایم صدای زنگ
 شنیده شده و هر قدر هوا بیشتر داخل شود
 صدا بهتر مسموع میشود



جامدات نیز صوت را منتقل میکنند چنانکه اگر گوش خود را در کنار میزی گذارد
 و با سوزنی کنار دیگر آن را بخرائیم با کمال خوبی صدا بگوشش میرسد در صورتیکه اگر
 بخوابیم بوسیله هوا صدای سوزن را بشنویم غیر ممکن خواهد بود .

و همچنین اگر گوش خود را در روی خط آهن گذاریم صدای قطار که در فاصله
دوری در حرکت است بخوبی تمیز داده میشود در صورتیکه خود قطار بواسطه بعد مسافت
ممكن است بچشم نیاید . از پشت دیوار یک ضحامت آن زیاد نباشد تا اندازه
مستوان صدراعشیده تشخیص داد باین اولاً دیوار نیز ارتعاشات را
منتقل میکند . و ثانیاً گوش انسان فوق العاده حساس است که ارتعاشات خیلی
ضعیف میتواند احساس کند

تلفن کوچک نحی کاملاً حساسیت گوش و کوچکی فوق العاده ارتعاشات هوا را
که برای شنیدن اصوات لازمند نشان میدهد :

این اکت تکمیل یافته آزد و استوانه که از چوب خیلی نازک یا از فلز ساخته
شده و یکی از دانه های استوانه را با کاغذ پوستی پوشانده و از آن یکی ^{پیشین} ابر
عبور میدهند (نخ باید مابین دو جعبه بجائی اصطکاک پیدا نکند) .

در صورتیکه جلوی یکی از جعبه ها ب قسمی حرف بزنند که در حال معمول شنیده نشود و جعبه دیگر
آنقدر از آبگوش میرساند .

باین جهت اتیرضوت منتقل میکنند و این انتقال در جاذبت خیلی مهمتر

از هوا صورت میگیرد .



ما یعات هم ناقل اصوات اند چنانکه غواصها در زیر آب اصواتی را که در ساحل تولید
 میشوند و بهین جهت است که ماهیگیران خیلی مواظبند در موقع صید صدائی بلند نشود
 که باعث فرار ماهیها گردد

طرز انتشار صوت - همانطور که در ابتدا ای این فصل مذکور افتاد شد
 صوت نتیجه ارتعاش اجسام است بنا بر این مثل امواج سطح آب در امواج هوا
 نیز تغییر ذرات هوا از محلی بمل دیگر صورت میگیرد و بلکه محل تولید صوت مرکز نو
 میشود که بتدریج طبقات مجاور منتقل شود و از آنجا به طبقات دتر رسید بالاخره بطو
 میرسد و معلومست چه هم که صدا شدید تر باشد چون بتدریج میدان انتشارش
 وسیع میگردد و بنا بر این فتره ضعیف میشود در صورتیکه اگر این صوت در
 فتنه شود تا فاصله خیلی زیادی با همان قوت اولیه منتقل میگردد .



لوله های ناقل صوت که بین
 اطاقهای مختلفه عمارات
 بکار میبرند سوراخ
 همین خاصیت ساخته شده



اگر در دوسر لوله کا نو چربی که چند متر طول یک سیمتر قطر داشته باشد
و وقف گذارند شخصی در یکی از قیفها حرف بزند دیگری از قیف دیگری با
صدار میشود

سرعت صوت

انتشار صوت فوری نیست ، مشاهدات ذیل این اصل را ثابت میکنند :
۱- هنگامیکه شکارچی از دور تیر را خالی میکند ابتدا برقی دیده شده و پس
بحد صدای تیر بگوش میرسد .

۲- دقیقه ماشین صوت میزند شخصی اگر بحد کافی دور باشد ابتدا حرکت
بخار و بعد از آن صدای ماشین را میشنود .

۳- اگر از دور فوج قشونی را که در حال حرکتند مشاهده کنیم بظن میرسد که
گام برداشتن آنها غلط و مطابق با ضربان طبل و صدای موزیک نباشد در حقیقت
اینطور نیست .

۴- رعد و برق در آن واحد تولید میشوند ولی ابتدا برق دیده و پس از
مدتی رعد شنیده میشود .

در تمام این مشاهدات صدای نور هر دو آن واحد تولید میشوند غرضی سرعت

نوریسی زیاد و سرعت صوت کمتر است بنابراین آثار نورانی زودتر محسوس میشود
تا امواج صوتی .

مقدار مسافتی را که صوت یک ثانیه میپیماید سرعت
صوت گویند .

برای تعیین سرعت صوت در هوا ما بین دو محل A و B که فاصله معینی دارند
(دو تانیه فرسخ) در شبی که هوا صاف و آرام باشد بطریق ذیل عمل میکنند:
در محل A توبی را آتش داده و شخص ناظر در محل B با ساعت ثانیه شمار
دقیقی موقع رویت برق و پس از آن شنیدن صدای توب ایام داشت میباشد.
چون سرعت در تقریباً فوری است پس میتوان مدت زمانی را که صدای توب
بعد از رویت برق شنیده میشود (چند ثانیه) آن مدتی دانست که صوت فاصله
از A به B را میپیموده است

با این ترتیب فاصله بین دو نقطه و مدتیکه صوت این فاصله را پیوده در دست میباشند
خارج قسمت اند و سرعت صوت را معین مینمایند که در هر ثانیه ۳۴۱ متر است
جریان و فشار هوا، درجه حرارت نیز در سرعت صوت تأثیر دارند با آنجهی که از هوا
گرم سرعت آن زیاد شده و در هوای سرد از سرعت کاسته میشود .

این تجربه در نزدیکی پاریس سال ۱۸۲۲ بواسطه دو نفر از علمای بزرگ فیزیک
 آراگو Arago و کیوسک هسل هسل با هم در نقطه که ۱۸۶۱۳ متر فاصله
 داشته بعمل آمد و صدای تیرچه ۵ ثانیه پس از رویت برق شنیده شده است
 بنا بر این سرعت یسر صوت در هر ثانیه $341 = \frac{18613}{54}$ می باشد . حرارت
 هوا در این تجربه ۱۶ بوده در صورتیکه در صفر درجه معمولاً سرعت صوت را ۳۳۰
 متر حساب میکنند .

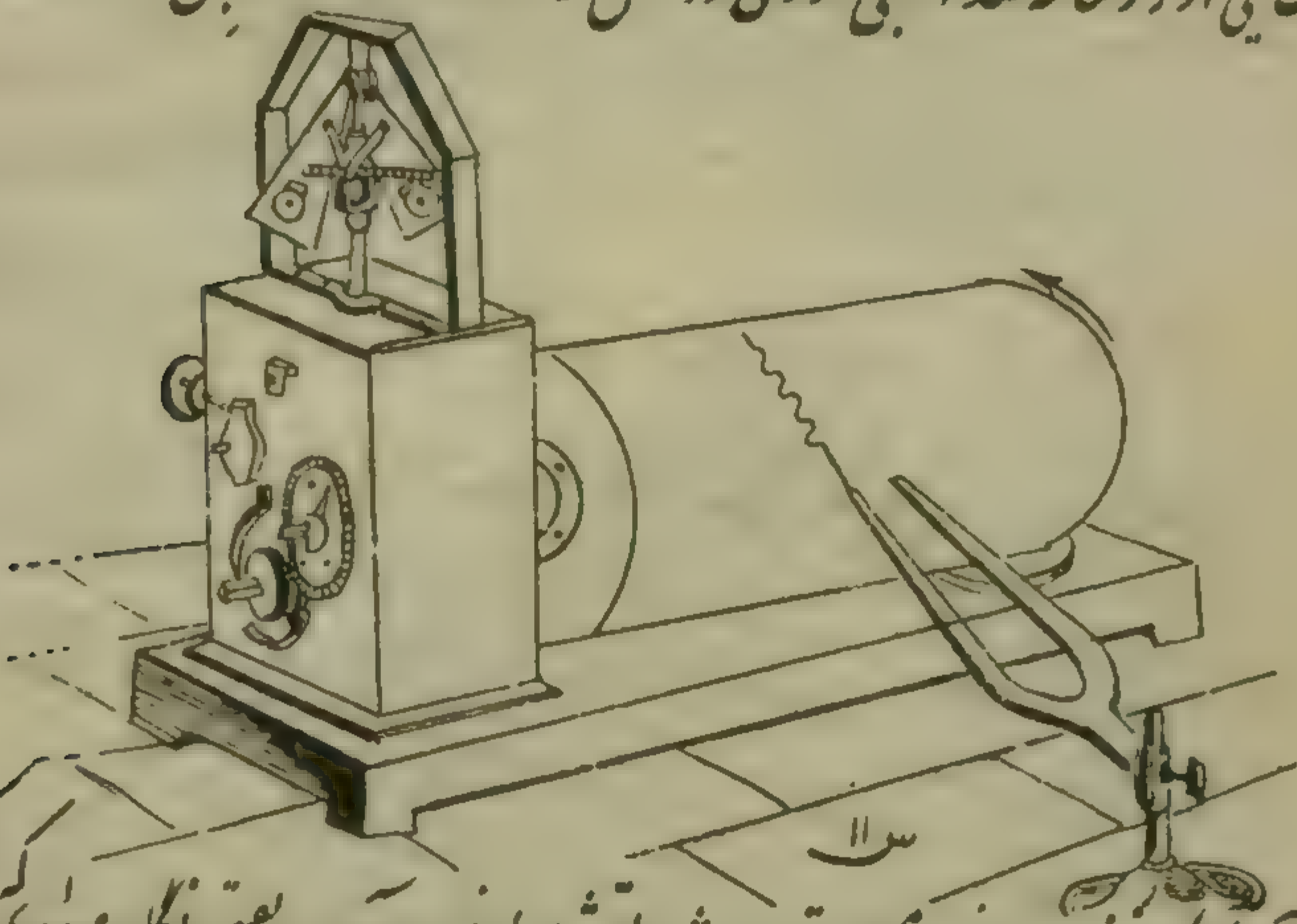
سرعت صوت در آب — برای تعیین سرعت صوت در آب تجربه ذیل
 را در دریاچه نوسویس مجری داشته اند :

در نقطه A میان آب بزرگی را که متصل بپایه کشتی و در آب غوطه ور است
 با کشتی بصدا در میاورند و در حین برخورد کشتی بزمک نیز مقداری باروت آتش میزنند
 کشتی دیگری که در نقطه دور B ایستاده از روی کشتی باروت هنگام تشکیل صوت
 را میفهمد صدا که در آب منتشر شد پس از مدتی بکشتی B رسیده و بوسیله کشتی مخصوص
 آن را میخوانند از روی مسافت مابین دو کشتی و فاصله مابین دیت نور و شنیدن
 صوت که در دست است سرعت صوت در آب معین میگردد و آن را می
 ۱۴۳۵ متر در ثانیه می باشد .

ساخته حس سامنه ادراک میکند با و بدیهی است که هر قدر عده ارتعاشات و سرعت میدانی
نوسان امواج مزبور کم و زیاد شود اصوات نیز تغییر میکنند بنا بر این لازمست که برای تعیین
اصوات مختلفه عده ارتعاشاتشان را معلوم داشت برای این مقصود بوسایل تریسی

ذیل عمل میشود :

بنوک کبی از دو شاخه صداسنجی سوزنی را متصل کرده و آلت او در مقابل استوانه که سطح



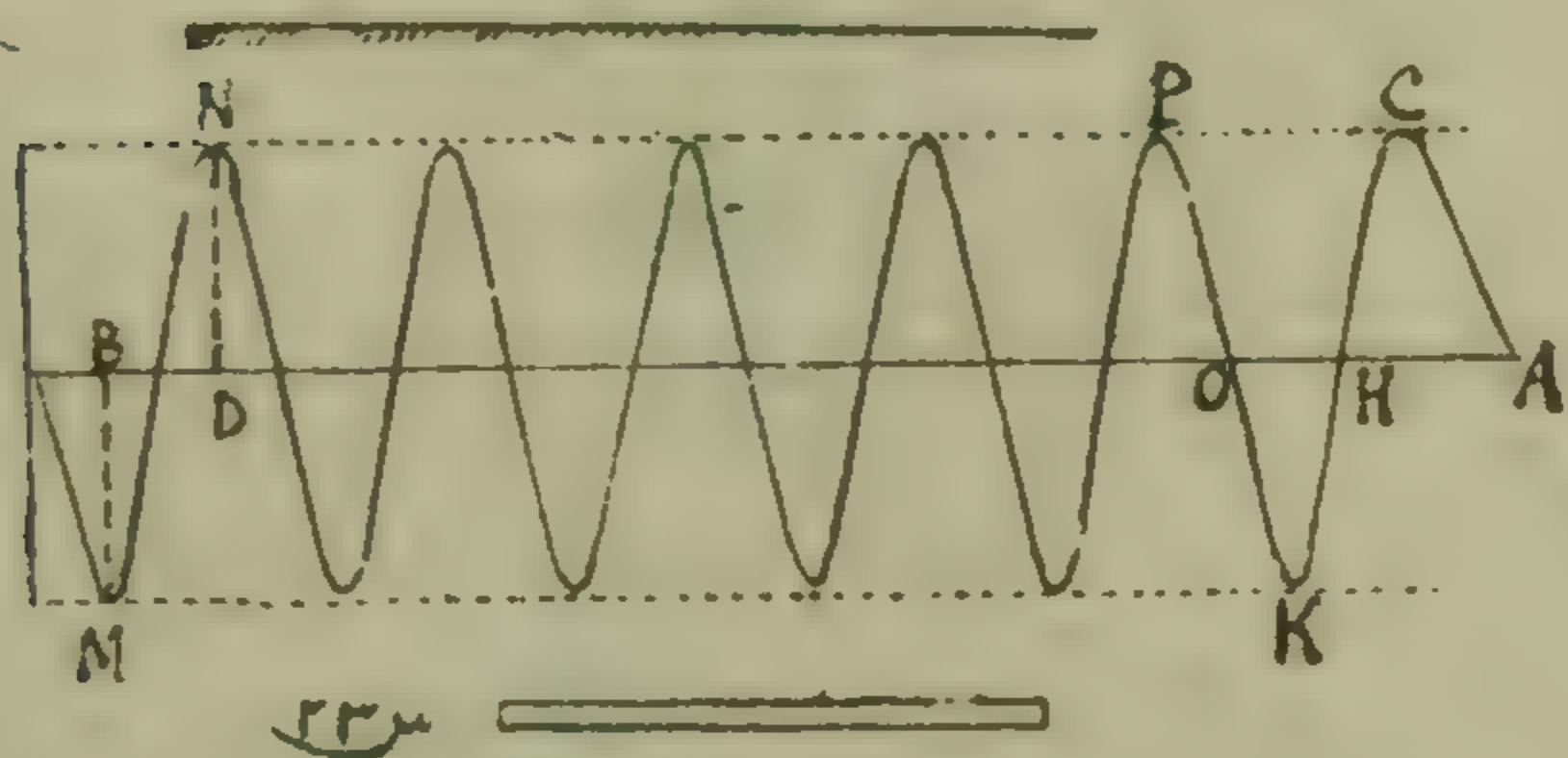
بدنه آن از کاغذ و دود خورده مستور باشد مرتش میاریم و آن را بصورتی نگاه میداریم که کوب
باریک سون باصفحه تماس شود. استوانه مزبور با حرکت منظم و مشخص (مثلاً در هر ثانیه یکبار)
در حول محور خود میچرخد و در ضمن حرکت استوانه و ارتعاش صداسنج منحنی دندانه دار
ترسیم میشود که پس از بطل استوانه شکل (۱۲) بنظر میآید. تمام این منحنی مرکب از قطعاتی است
شعبه АСНКОР که به قوای یکدیگر درآمده و هر کدام یک نوسان را نمایند میدهند

ارتفاعات MB و DN ۱۳ متناسب با وسعت میدان فون سان می باشد یعنی هر چه بیشتر
شاخه های صد اسنج در همین ارتفاعات نسبت یکدیگر دور و یا نزدیک شود طول این ارتفاعات

تیزتر می شود و بالعکس



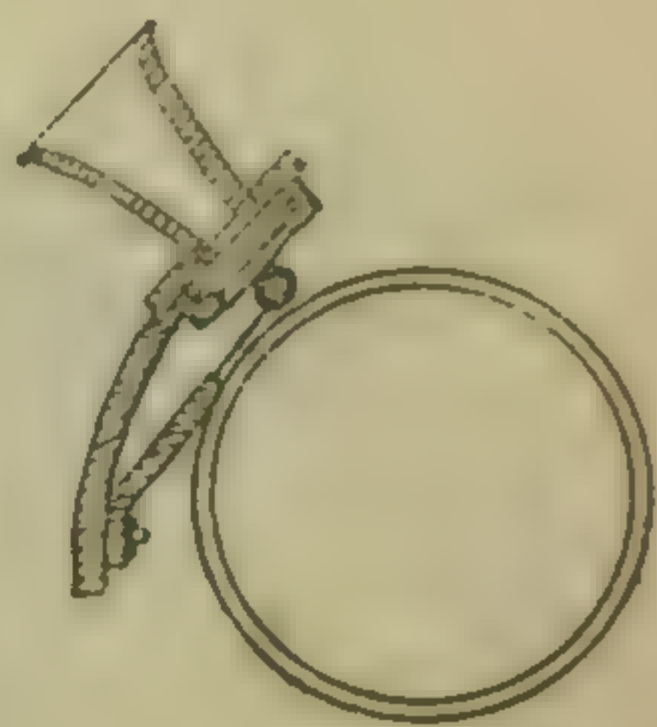
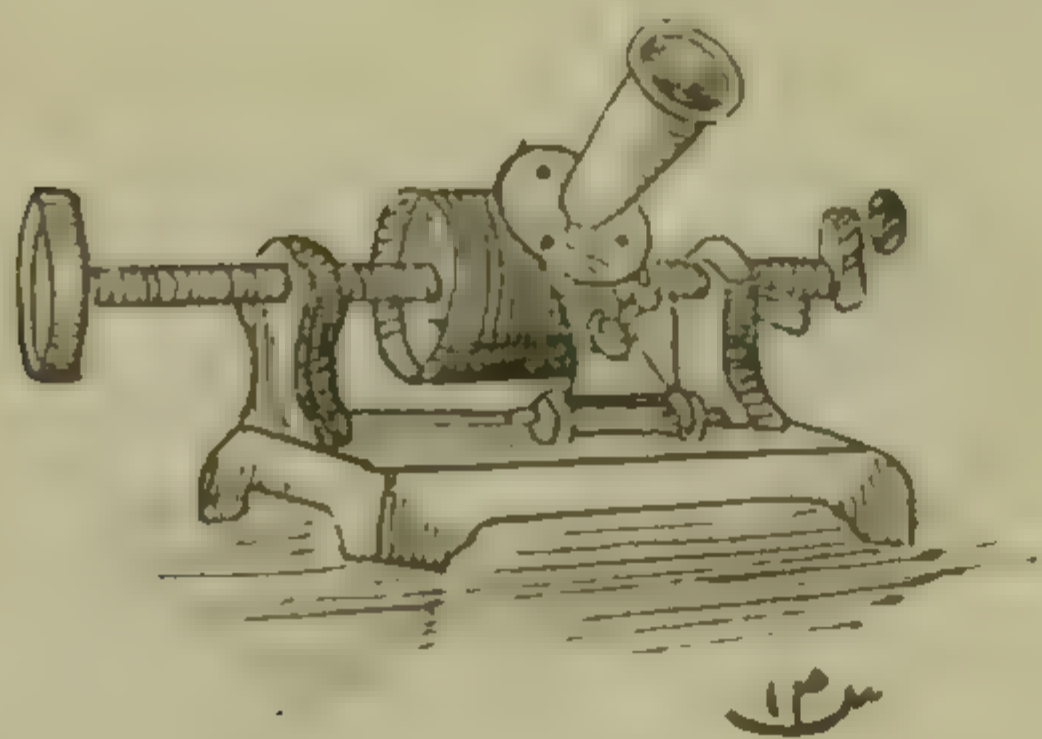
۱۳



اگر چه با فرض در مدتی که استوانه نیم دور میزند صد اسنج مرزبوره ۳۰ قطعه مشابه
ACHKOP رسم نماید معلوم میشود که در هر ثانیه ۶۰ فون سان می نماید (برای تجربه
صدای انسان و آلات موسیقی آلات دیگری بکار میرود که شرح آن مفصلاً در
سالهای بعد مذکور خواهد شد).

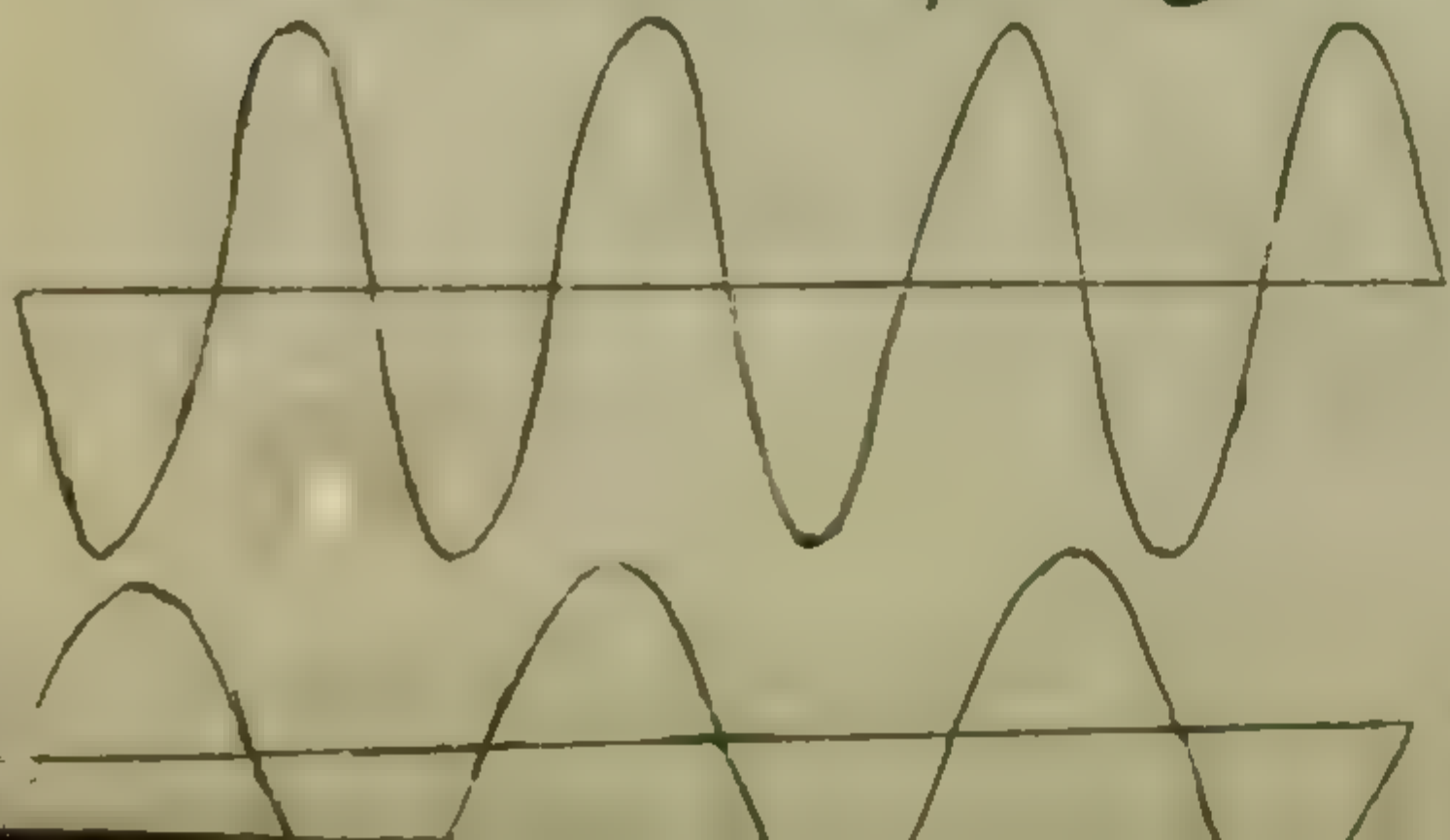
در آلات جرس صوت (فونوگراف Phonographe و گراموفون
Gramophone نیز قوت و ضعف صوت و عدد ارتفاعات و فون سان
صوت بوسیله در روی استوانه که از یک ورق فلز پوشیده شده باشد

(فکراف) و با در روی صفحه ارزین سختی (گرافوفون) که در حال حرکتند اثر
نمود و تولید فرورفتگی و برجستگیهای میکند که اگر دوباره نوک سوزنی در همان شیارها
سیر نماید صدائی گمانشبه به صدای اولی پس میدهد. (شکل ۱۳)



عوامل تشخیص صوت

اگر اصواتی را که از صداسنجهای مختلفه حاصل شده جداگانه ثبت نماییم
خواهیم دید که همه بیک شکل نبوده بلکه عدّه نوسان در آنها فرق میکند چنانکه در شکل
(۱۵) مشاهده میشود هنگامیکه صداسنج I چهار نوسان کرد و دست صداسنج



(۱۲) سه نوسان I

انجام داده است و I

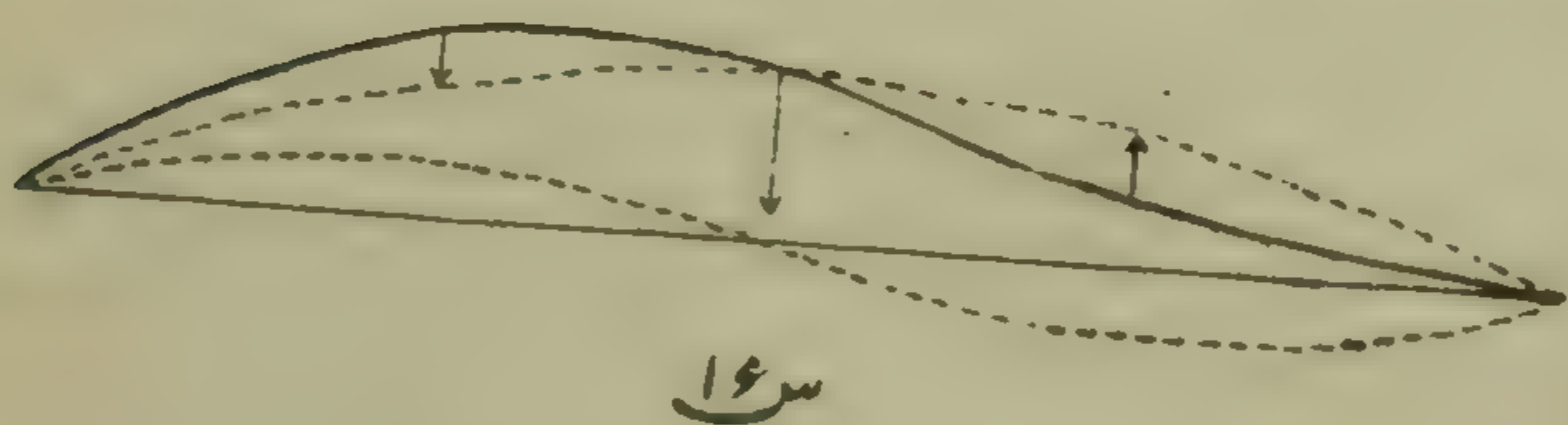
همینطور وسعت میزند II

II

اولی یک برابر ونیم دوقی میباشد

علاوه بر این اگر صوتی را که از ارتعاش تارمند (صفحه ۱۵۵) حاصل میشود رسم نماییم منحنی اصلاً بسادگی منحنی صداسنج نبوده شکل برآمده و فرود رفته (شکل ۱۶) بخود میگیرد.

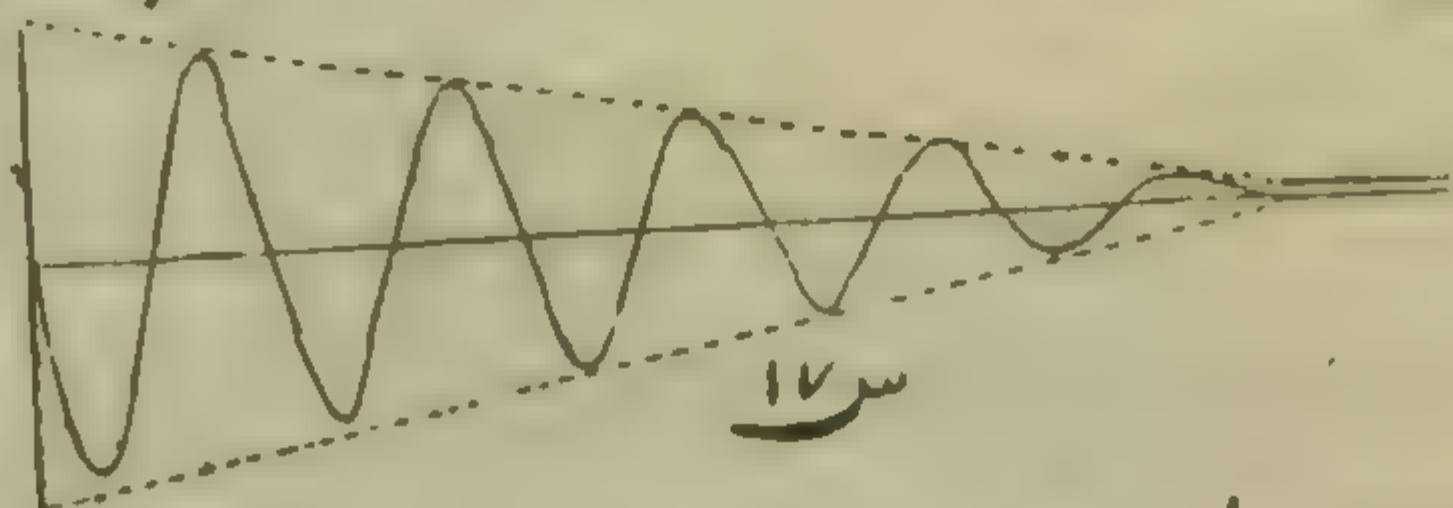
عده نوسانات در ثانیه وسعت میدان نوسان، و طرز ارتعاش حاصل اصلی تمیز اصوات از یکدیگر میباشند.



۱- شدت صوت Intensity

اگر در منحنی نمایش صداسنجی دقت کنیم دیده میشود که هر چه از نقطه مبدا (ابتدای تکیل صوت) دورتر شویم شکل منحنی بخط مستقیم نزدیکتر شده و عبارت از
 آخری از وسعت میدان نوسان آن کاسته میشود (شکل ۱۷)
 سابقاً نیز اشاره کردیم که هر چه نوسان تارمند (صفحه ۱۵۵) تمام شدن نزدیکتر شود

صوت ضعیفتر میگردد زیرا وسعت ارتعاشات رفته رفته کوچکتر شده تا بالاخر بصفر می رسد



بنابر این شدت و ضعف صوت مربوط به وسعت میدان نوسان میباشد.
(چنانکه هر چه بیشتر دو شاخه صداسنج از یکدیگر دور شوند صدای حاصله شدیدتر
میشود).

این مسئله را نیز باید دانست که هر وقت صدای شنیده نشود دلیل بر این نیست که وسعت
نوسان صفر است چنانکه در لحظات آخری ارتعاش صداسنج ممکن است با چشم
یا با ذره بین ارتعاش را ملاحظه کرد در صورتیکه گوشش با احساس صوتی نمیکند
بنابر این گوش انسان تا حد معینی نسبت به شدت صوت حساس میباشد و از
روی تجربه های بسیار دقیق ثابت شده است که با گوش ممکن است ارتعاشاتی
که وسعت نوسان آنها 10^{-10} میکران (میکران مساویست با 10^{-10} میلیمتر)
میشود درک کرد و از همین جاعه وقت ساختن گوش معین میشود.

شدت صوت بر حسب فاصله شخص تا مرکز صوت (لوله های نقل صوت صفحه ۱۰)
و کم و زیادی فشار هوا نیز تغییر میکند چنانکه در تجربه (صفحه ۸) هر چه بیشتر هوای حلقی

سرپوش تحلیه شود صد انجیف تر شد و تا اینکه بالا سره پس از تحلیه کامل ابد اصد
بگوشش بخوابد رسید .

۲- ارتفاع صوت Hauteur

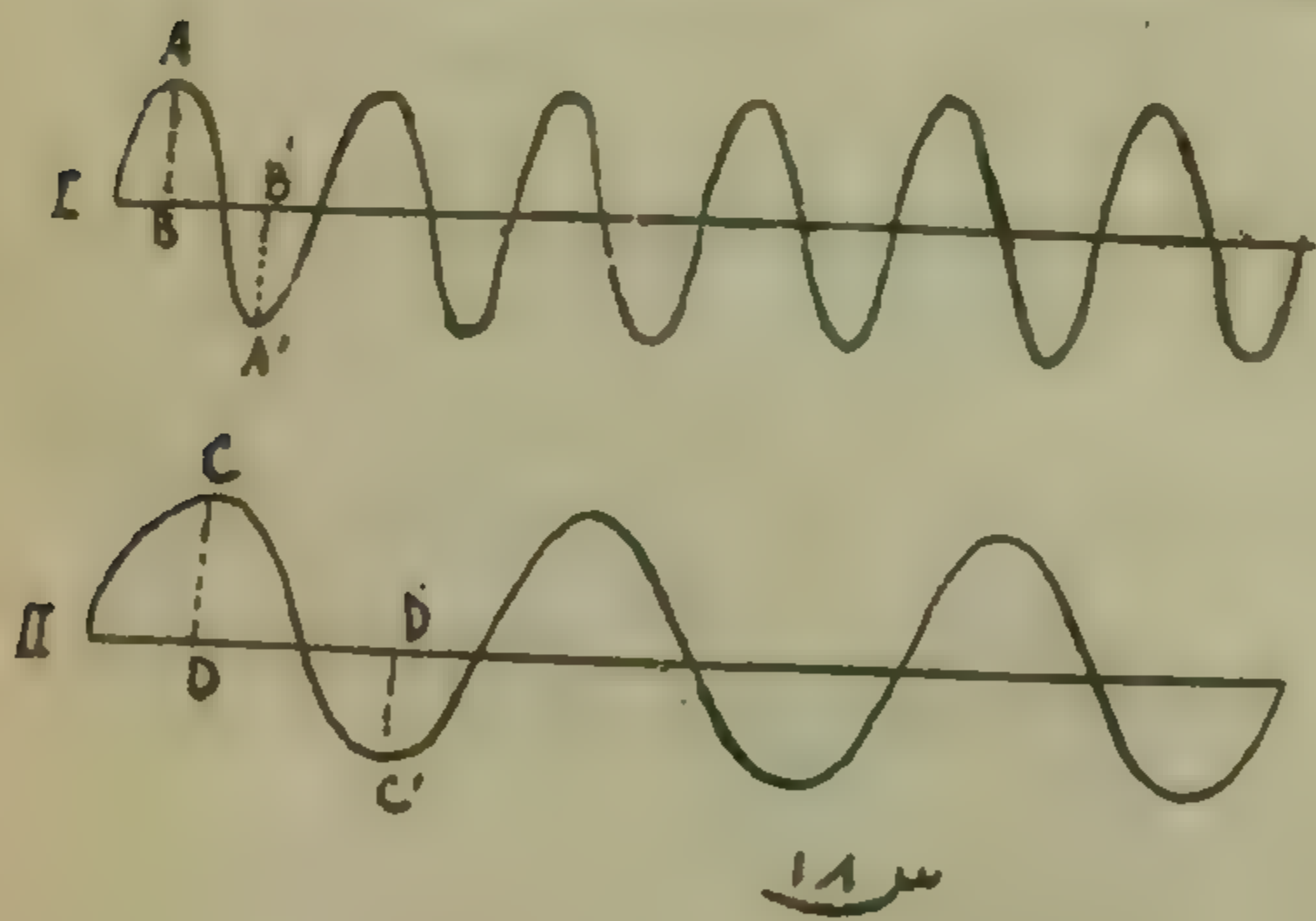
در شکل ۱۱

عده ارتعاشات در ثانیه را ارتفاع صوت می نامند و ملاحظه و تصویر
ظاهر می آید که ارتفاع ابد امر بوط شدت صوت نیست چنانکه دو تصویر

که از ارتعاش و صد اسنج بدست آمده اند نشان می دهد
 $AB = CD = AB' = C'D' = \dots$

ولی ارتفاع یکی
دو برابر دیگری

میشود
زیرا که اولی در یک
ثانیه شش ارتعاش



کرده و وقتی بیش از سه ارتعاش نمود و است .

هر دو صوتی که دارای یک ارتفاع باشند هم آهنگ خوانده میشوند

a l'unisson و اگر ارتفاع یکی دو برابر ارتفاع دیگری باشد

Octave نامند .

اصواتی را که ارتفاعشان زیاد باشد زیر *grave* و آنها که ارتفاعشان کم است بم می نامند *Gyave* ارتفاعاتیکه گوش انسان نسبت به آنها حاصل است محصور مابین ۱۶ و ۳۸۰۰۰ می باشد یعنی اصواتیکه عده ارتفاعشان در ثانیه کمتر از ۱۶ و یا زیادتر از ۳۸۰۰۰ باشد شنیده نخواهند شد.

تنبیه - شخصی که در بیان استاده و ضعیف ماشین از دور می شود هر چه ماشین با و نزدیکتر شود صدای زیر تر میگردد و پس از رسیدن به شخص نطقی زیری رسیده و مجع و در شدن رفته رفته بم میگردد و علت این مسئله در حالت سرخشت صوت چه هر چه نزدیکتر می شود اصوات نزد تر گوش رسیده عده ارتفاعات زیاد تر مسموع شده و همین جهت صدای زیر شنیده میشود.

فواصل موسیقی

ج
ارتفاع اصوات یا عبارت از سر می و ارتفاعات هر صوتی را بوسیله عدد *Lawson* که سابقا شرح آن گذشت تعیین میکنند. - نسبت مابین ارتفاع دو صوت افاصله اند و نامند مثلا اگر ارتفاع صوتی ۳۰۰ و ارتفاع صوت دیگر ۸۴ باشد فاصله آن دو $\frac{300}{84} = \frac{25}{7}$ می باشد و تجربه ثابت شده است اصواتیکه فاصله شان از $\frac{1}{2}$ کوچکتر باشد گوش آنها را بم آنست شنیده و عبارت از آخری ارتفاعشان یکی تصور میشود.

در موسیقی تمام فواصل مورد استعمال اندازند بلکه فواصل اصلی را که مطبوع هستند

جمع آوری کرده با اسم گام *Gamma* نامیده اند .
 هر گامی از هشت صدایانوت *Note* پرده تشکیل شده که هر یک اسم مخصوصی
 دارند و اگر ارتفاع اولی را یک فرض کنیم نسبت هر یک از نوت های بعد با
 بقرار ذیل خواهد بود :

اوت ر می فا سل لا سی اوت
Ut Ré Mi Fa Sol La Si Ut

۱ $\frac{9}{8}$ $\frac{5}{4}$ $\frac{4}{3}$ $\frac{3}{2}$ $\frac{5}{3}$ $\frac{15}{8}$ ۲

اوت دوم را ضعف اوت اول یا *Octave* خوانند و از اوت دوم
 ممکن است باز نوت های دیگری تشکیل شود که فواصل هر یک نسبت به اوت گام دوم
 (اوت) همان فواصل نوت های گام اول (اوت) است غرضی هر نوتی
 در گام بالا تر ضعف نوت گام با قبل خود میباشد مثلاً سی (پ سی در گام ۳) دو برابر
 سی میباشد و قس علیهمذا .

چیزیکه در گامها قابل اهمیت است فقط فواصل است و پس در تقاع صوت
 اولی دخالتی ندارد معذکب بطور قسمه داردادی مبداء را لا که ارتفاع آن
 ۵۳ است معین کرده سایر نتها نسبت بان میسجند .

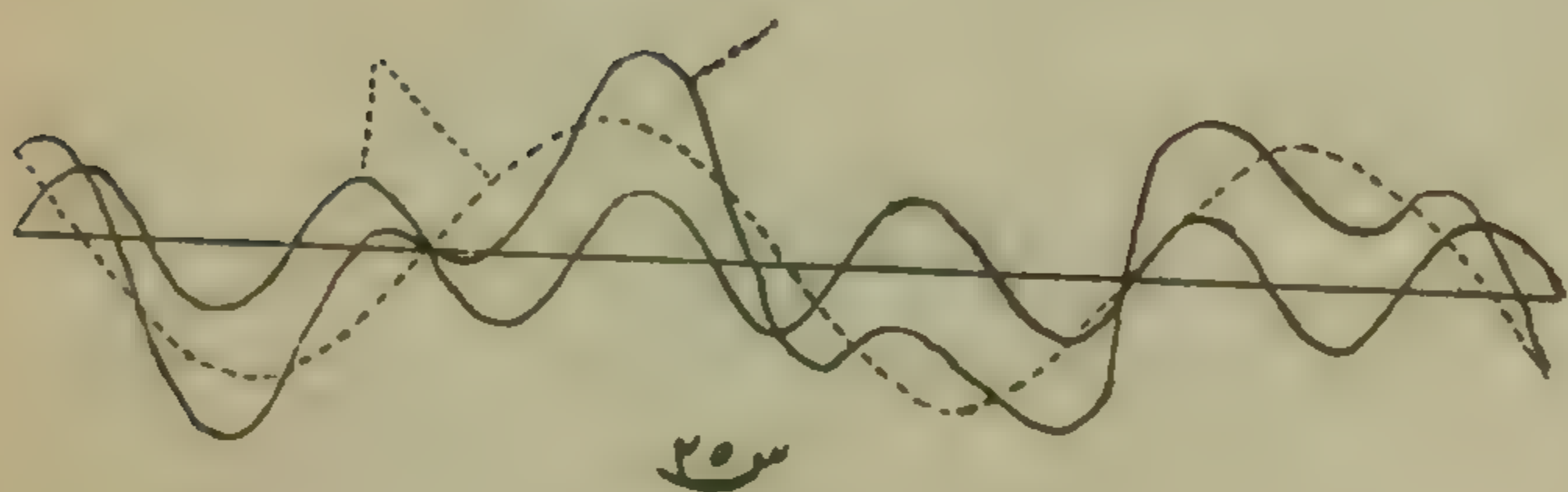
طنین صوت Cymbre

تصویری که از صداسنج بدست میآید شکل یک منحنی ساده است در صورتیکه
اگر تصویر آلات موسیقی را تهیه کنند اغلب ساده نبوده مطابق (شکل ۱۹)
دارای برجستگی و فرو رفتگی های میباشند



آلات موسیقی را صوت کتب گویند با معنی که میتوان آنها را بکیده اصوات سائ
تری که از مجموع آنها بصوت اصلی تشکیل شده است تجزیه نمود و این اصوات بطریق
اصوات فرعی Harmonique نامند و طرز ترکیب اصوات فرعی با
صوت اصلی طنین صد را تشخیص میدهد بطوریکه دو صوت ممکن است دارای شدت
و ارتفاع واحد باشند معذک از یکدیگر تشخیص داده شوند و همین جهت است که
ما بین یکدیگر بسته که باید بگر مشغول خواندن بوده شدت و ارتفاع اصواتشان را

است باز میتوان صدای اشخاص را تمیز داد و بسبب این تشخیص همان طنین
صوت میباشد.



۹ مسائل

۱- صدای رعدی ۳ ثانیه پس از ردیت برق شنیده میشود تعیین کنید
محل تولید رعد را.

۲- عمده در هر ثانیه یک تپه کلنگ ابر زمین میزند - در چه فاصله شخصی بایستد
زمین خوردن کلنگ اول را پس از آنکه عمده کاملاً کلنگ را بلند کرده است؟
در چه فاصله بایستد که در حین ضربه دوم صدای اولی را بشنود؟

- ۳- فاصله شخصی تا ماشین الکتریکی ۱۰۰۰ متر و ماشین ابتدای هر ثانیه حرکت
جرقه میزند و در همان عین شخص بطرف ماشین حرکت میکند تعیین کنید سرعت حرکت
این شخص را بقسمی که جرقه را ۱/۴ ثانیه پس از حدوث آن بتواند مشاهده کند
۴- لوله چدن طول ۴۰۰ متر مفروض است در یک انتهای آن بواسطه سنگش با
دارد میشود تعیین کنید شخصی که در انتهای دیگر آن ایستاده است صدای منتقل بواسطه
هوا را چند ثانیه پس از صدای انتقال داده شده بواسطه چدن می شنود در صورتیکه سرعت
صوت در هوا ۳۴۰ متر در ثانیه است
۵- شخصی بفاصله ۱۰۰ متر از توبی قرار گرفته در موقعی از روشنائی عالی شدن توبی را
می بیند ساعت خود را نگاه میکنند - تعیین کنید پس از چند ثانیه صدای توبی خواهد
شنید در صورتیکه شش تا ۱/۴ ثانیه را تعیین نماید
۶- در صورتیکه پرده دارای ۴۳۵ متر باشد تعیین کنید عده ارتعاشات
سایر پرده های دیگر را

مجلس دوم

نور

فصل اول نور

علمای فیزیک در خصوص حقیقه نور چنین فرض میکنند که نور از تعاشات مری
وجود میآید که با سرعت متحد الکی در تمام جهات منتشر شده و منبع نورانی مرکز آنها
آنها میباشد و ما در این مختصر از تفصیل آن صرف نظر کرده و شرح مبسوط آن اربابها

بعد محمول میداریم .

وسیلۀ رویت اجسام نور است - اشیائی که در اطاق تاریکی واقع
باشند بهیچ وجه دیده نخواهند شد ولی همینکه کبری برای فروخته شود یا منفذی بفضای
روشن خارج پیدا آید تابش اشعه نورانی وسیلۀ رویت شده آنها را مری میارزد
خورشید ، ستارگان ، شعله چراغ یا غیر آن و بطور کلی اجسامی که بفضای روشن
بوده و از خود نور دارند با اجسام نورانی یا جسم منیر موسوم گشته و آنها
منبع نور میشوند .

اجسامی را که دارای این خاصیت نبوده و برای دیدن آنها روشنائی را
و ما نور را لازم است اجسام مستقره خوانند و این دسته اجسام را

روشنائی قرار نمیکنند هرگز مری نخواهند شد . اجسام مستیزه را میتوان
بچند دسته تقسیم نمود :

۱- اجسام شفاف - از قبیل هوا ، شیشه ، آب که نور از آنها عبور کرده
و حاجب را را نیستند یعنی اجسامی که در عتبات آنها قرار گرفته باشند بخوبی مری شود
و تمیز داده میشوند . چنانکه از ماورا اقیانوس ضخیم هوایی که زمین را احاطه کرده است نور
ستارگان عبور میکند و دورنمای اکنه مختلفه بنظر میرسد - از پشت شیشه پنجره
درون اطاق و یا فضای خارج مری میشود و همچنین ریهائی که در بستر جوی آبی
واقع دیده میشوند .

۲- اجسام نیم شفاف - اشعه نور از آنها عبور میکند ولی اشیائی
که در عتبات آنها واقع باشند نمیتوان بطور وضوح تشخیص داد مثلاً از پشت قطعه شیشه که
صیقل نشده باشد جزئیات اشیاء تمیز داده نشده و فقط شبح آنها بنظر میرسد
حباب چسبیده ورقه مازکی از چسبی ، کاغذ آلوده بر دهن را از اینده
باید دانست .

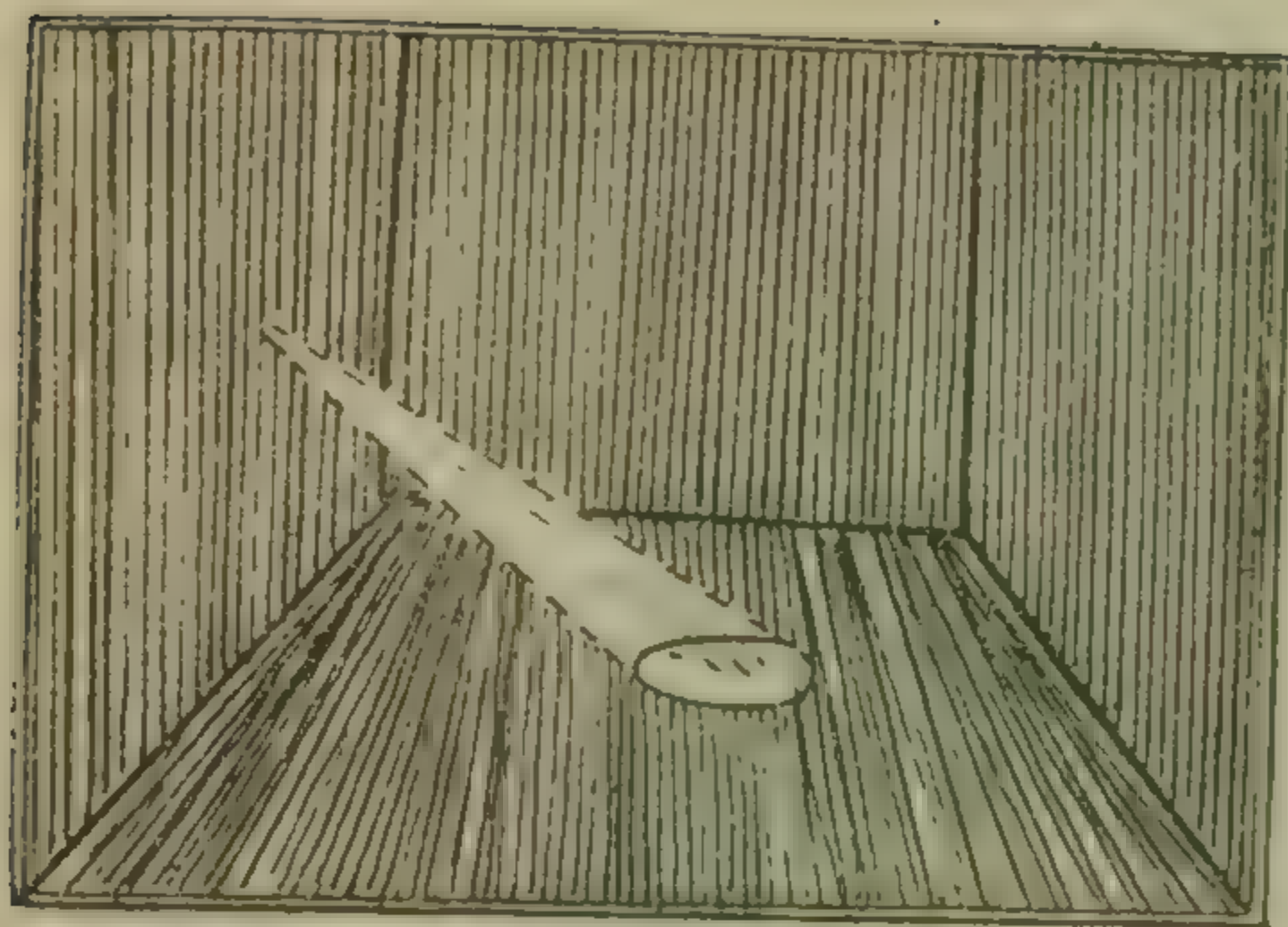
۳- اجسام کدر - عبور نور از آنها غیر ممکن با منجهت رویت اجسام
ماورا آنها امکان ندارد مانند چوب آهن و سنگ و غیره ولی اگر با ورقه نازکی

تبدیل شوندیم شفاف بنظر میرسند انتشار نور

شعاع آفتاب که از قبه کوچکی داخل اطاق تاریکی شود و تنها بچشم ناظر می که در معرض تابش آن قرار گرفته است مرئی خواهد بود بلکه شاید شعاع مزبور برای کسانی هم که در نقاط مختلفه اطاق هستند بخوبی ممکن است

ذرات بی نهایت کوچک غبار که در فضای اطاق پراکنده و در مسیر نور آفتاب افتند بدست روشن شده و روشنائی خود را با اطراف منتشر میازند و همچنین اشیاء اطاق اشعه نورانی را که بر سطوح آن میتابد در تمام جهات منعکس نموده بدیجه روشن نظر میرسند . در صورتیکه اگر انتشار مزبور در اجسام صورت میگیرد اجسام که همیشه غیر مرئی بوده و تنها منابع نور و هر چه می روی روشنائی میبایست دیده شوند .

انتشار مستقیم نور - گفتیم که شعاع آفتاب چون از سوراخ کوچکی داخل اطاق تاریکی شود ذرات بسیار کوچکی را که در مسیرش واقعند روشن کرده و شعاع مستقیمی بوجود میآورد که اگر بدیوار مقابل و یا کف اطاق بتابد بسیار روشن را تشکیل میدهد و چنانچه در مسیر آن مانعی از قبیل صفحه چوبی یا فلزی قرار دهیم بدون هیچگونه انحرافی در خط مسیر آن لکه روشن از دیوار مقابل معکس می شود در روی صفحه مزبور تشکیل میشود .



همچین اگر دو صفحه

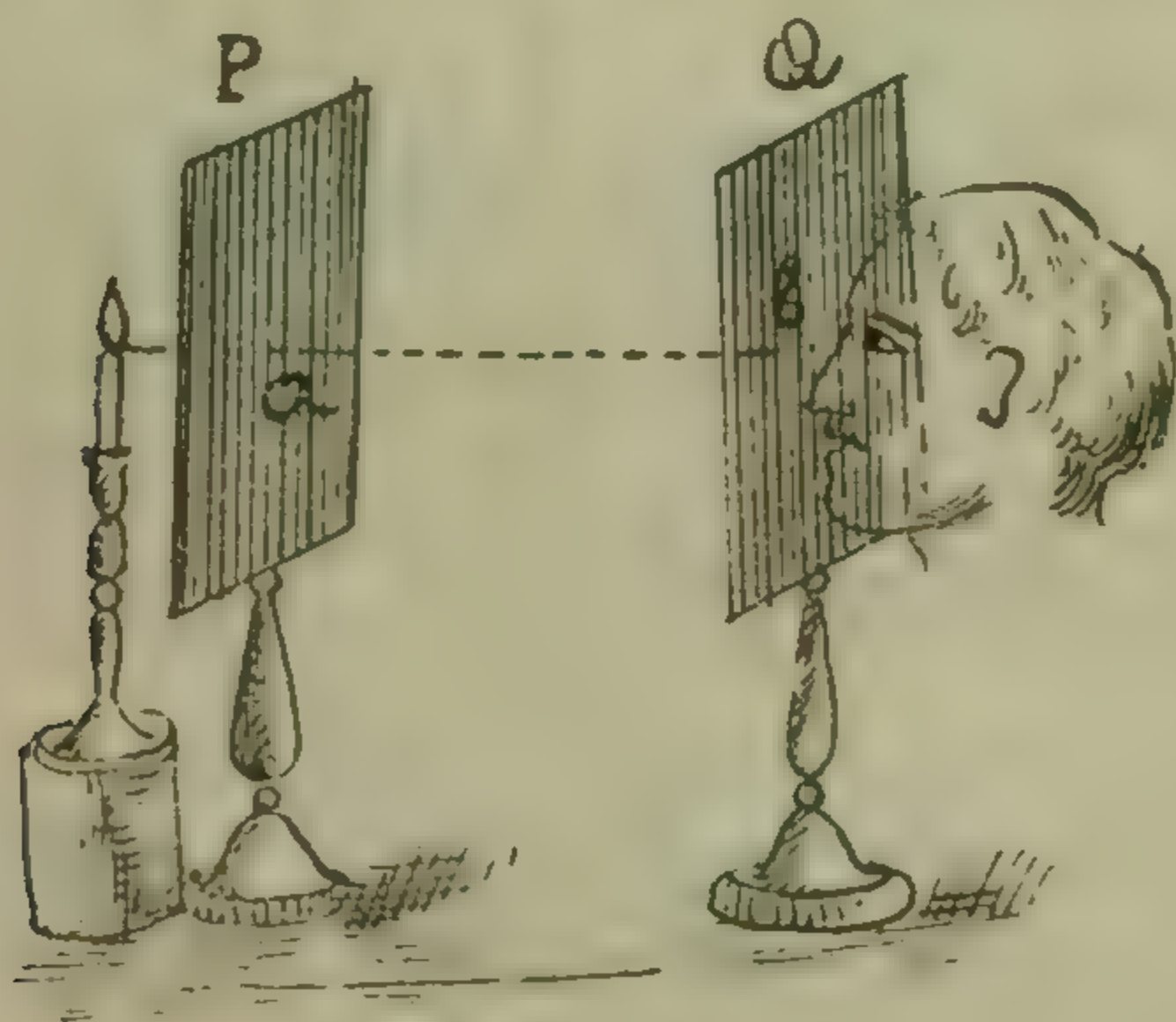
P و Q را که هر یک

دارای سوراخی (مانند

a و b) بوده و

بناصب چندین متر

از یکدیگر گرفته باشند اختیار نمایم و پس شمع روشنی را در عقب یکی از آنها مثلاً P طوری جادهمیم که شعاع شمع با دو سوراخ a و b در یک امتداد مستقیم قرار گیرند در اینصورت سخن ناظری که از عقب سوراخ b نگاه میکند شعاع

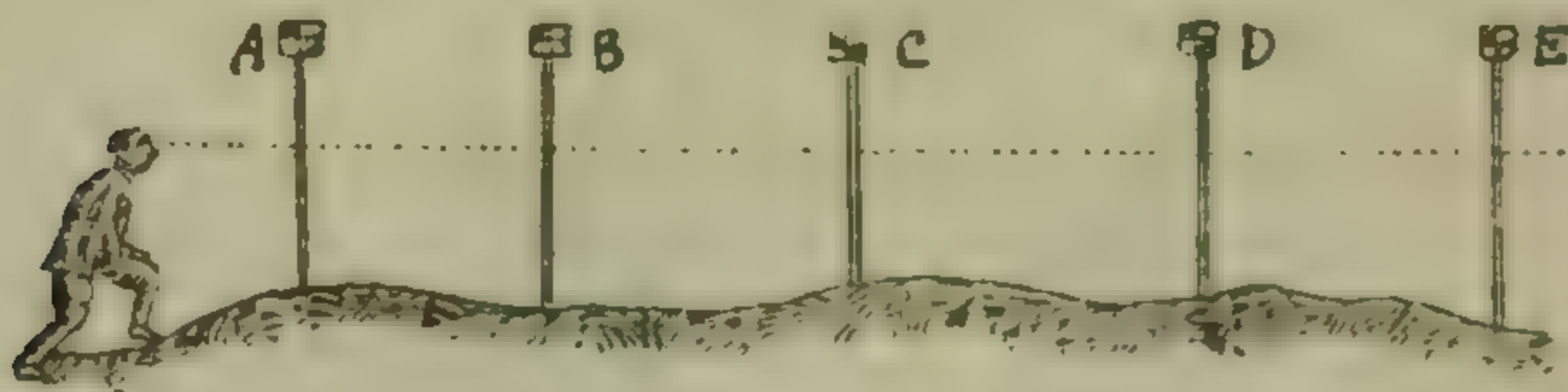


سور

منوچهر را بخوبی می بیند ولی اگر یکی از آستانه ها اندکی از جای خود حرکت دهیم شمع

شمع دیگر بحشم خواهد رسید (شکل ۲۲)
از دو مشاهده فوق و مشاهدات دیگری معلوم میشود که : انتشار نور همیشه بخط
مستقیم است .

از روی همین خاصیت است که غالباً برای آلمینان از اینکه میله های قائم A
و B و C E که برای عملیات مساحی در زمین نصب میکنند در امتداد
خط مستقیم واقعند و باینه شخص مساح خود را در پشت یکی از آنها مثلاً A قرار داده
و بحشم میله آخری E را رصد میکند ، چنانچه یکی از میله ها منحرف گشته و از



سر ۲۲

خط مستقیم دور شده باشد با صلاح آن پرداخته طوری آنها را قرار میدهد که شعاع
بهر با تمام آنها تماس گردد و بقتضی اگر سر طناب ممتدی را در A محکم کرده و
دیگر آن را به E وصل کنیم تمام میله ها در کتار طناب منور واقع شده
بآن بحسبند (شکل ۲۳) .

در آب و شیشه سایر اجسام شفاف و نیم شفاف نیز امتداد نور بخط مستقیم است و بی گمان

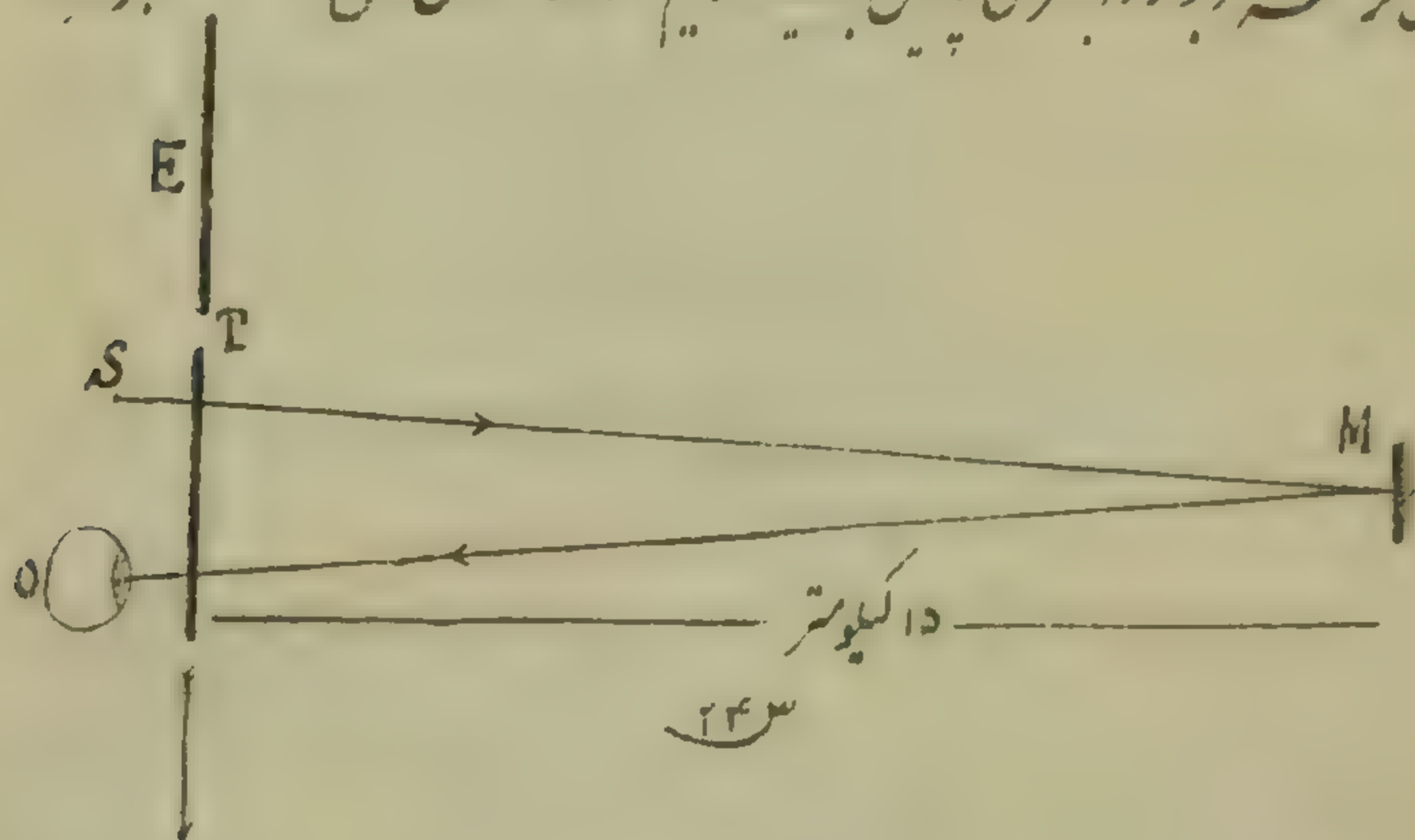
جسم شغافنی دارد جسم شغاف دیگری شود استقامت خود را از دست داده در فصل ستر
آمد و منحرف میگردد و ما در اصول بعد بشرح آن میپردازیم.

سرعت نور

برای تعیین سرعت نور در هوا تجارب چندی بعمل آمده و ما اینک بشرح تجربه ساده
ذیل میپردازیم :

در ضمن کنیم در نقطه S منبع نوری بوده و راصدنی در نزدیکی آن مثلاً در O قرار
گرفته باشد و فاصله SO یک کیلومتر از آن و نیز در نقطه M آینه نصب شده
باشد که سطح اشعه نورانی SM را درجه MO منعکس کرده و چشم راصد برساند و این
صورت شعاع SM که از نقطه غیر S خارج میشود پس از انعکاس در M و طی
 ۳ کیلومتر مسافت مجدداً در امتداد MO نقطه O خواهد رسید. پس برای
تعیین سرعت نور کافی است مدتی را که در آن مدت نور این فاصله را میپایید معلوم
داشته و از تقسیم فاصله بر مدت سرعت نور را در واحد زمان بدست آورد.
برای این مقصود صفوحه مانند E را که در آن ثقبه کوچکی T تعبیه شده است
نموده آن را به قسمی در جلوی شخص ناظر و منبع نور قرار میدهمیم که ابتدا ثقبه T
در مقابل S واقع شده و برای عبور شعاع SM به سمت M مانعی نباشد

حال اگر صفحه منبسط را بر سر عمی پایین بیاوریم که آنکس شعاع MO بنزد



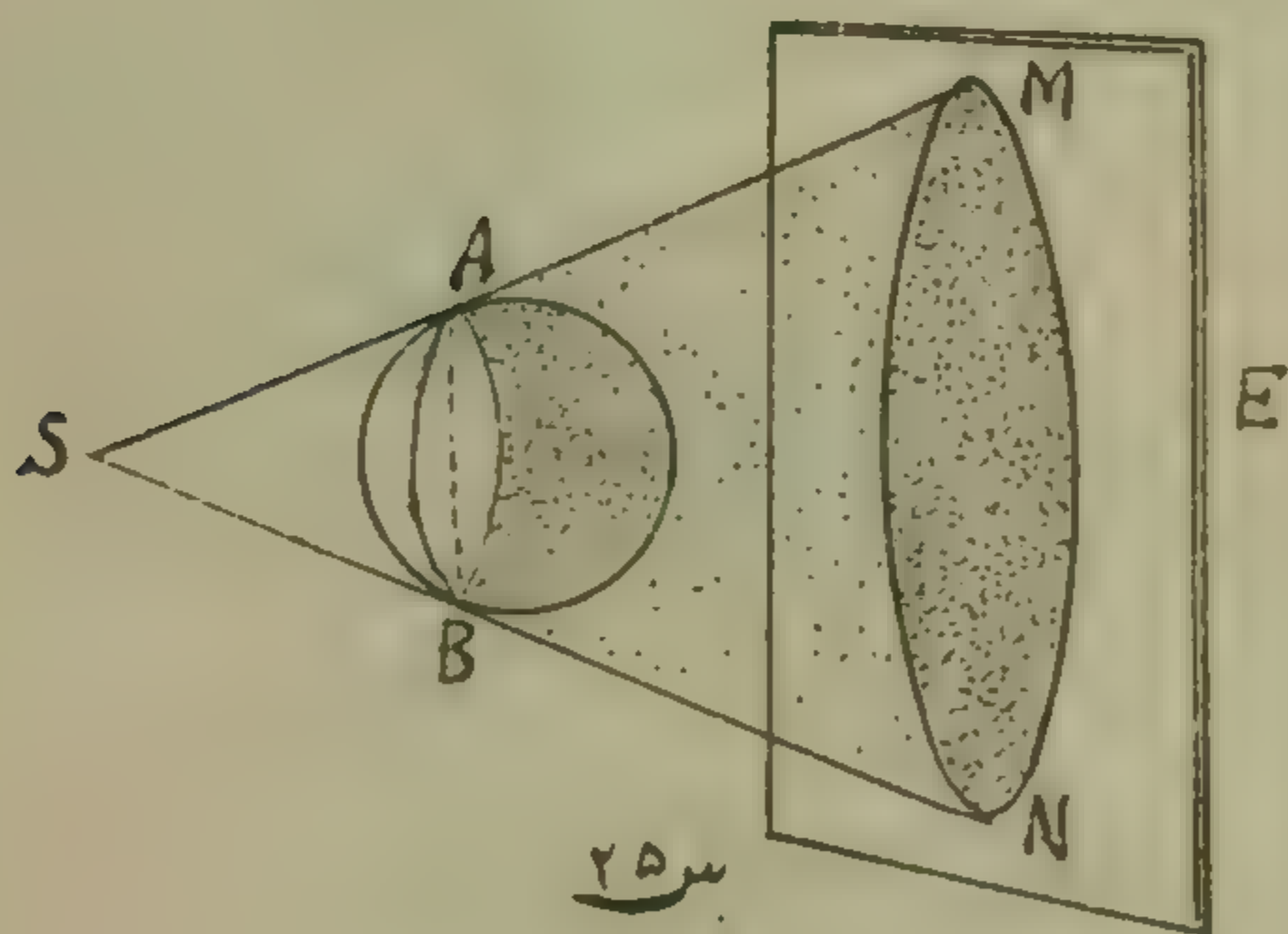
را بعد رسیدن نقطه T برابر O در یک زمان صورت گیرد در این صورت شعاع
 منعکس MO نیز از نقطه T گذشته به O میرسد و فرض نمایم که زمان لازم برای
 رسیدن نقطه T از S به O و یا عبارت از سرعتی مدتی که شعاع نورانی برای
 طی مسافت ۳۰ کیلومتر لازم دارد از روی وقت معین شده مساوی
 ثانیه باشد معلوم میشود که سرعت نور در هوا در هر ثانیه تقریباً ۳۰۰ هزار کیلومتر و یا
 پنجاه هزار فرسنگ در ثانیه است.

سرعت نور در اجسام شفاف و نیم شفاف فرق میکند مثلاً سرعت آن در آب مساوی
 ۲۲۵ هزار و در شیشه ۲۰۰ هزار کیلومتر در ثانیه است.

سایه

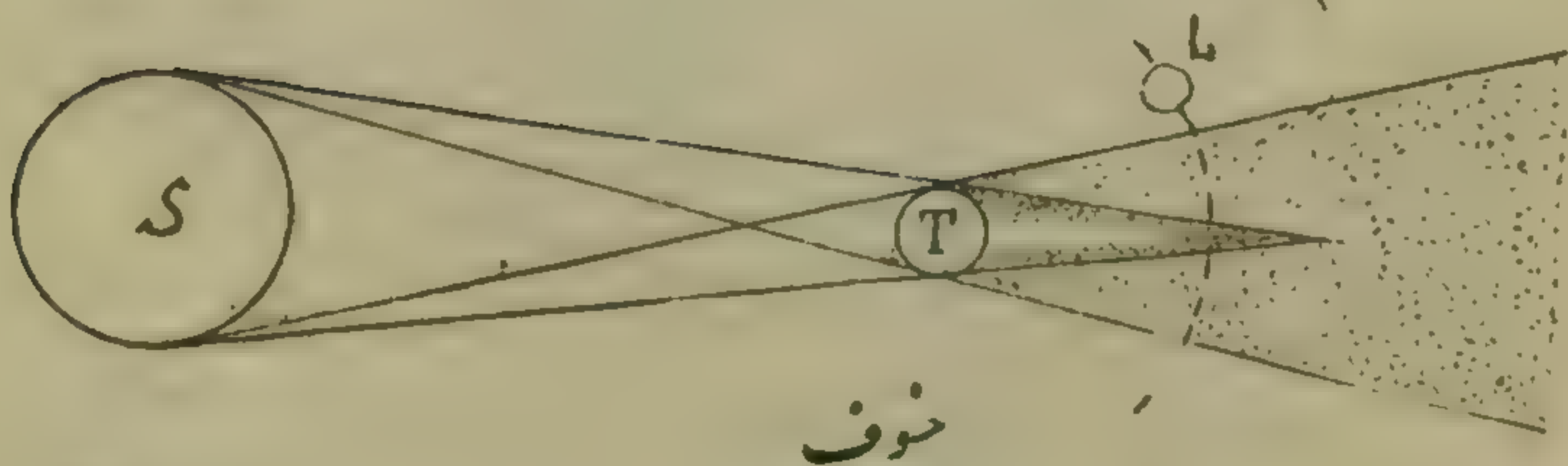
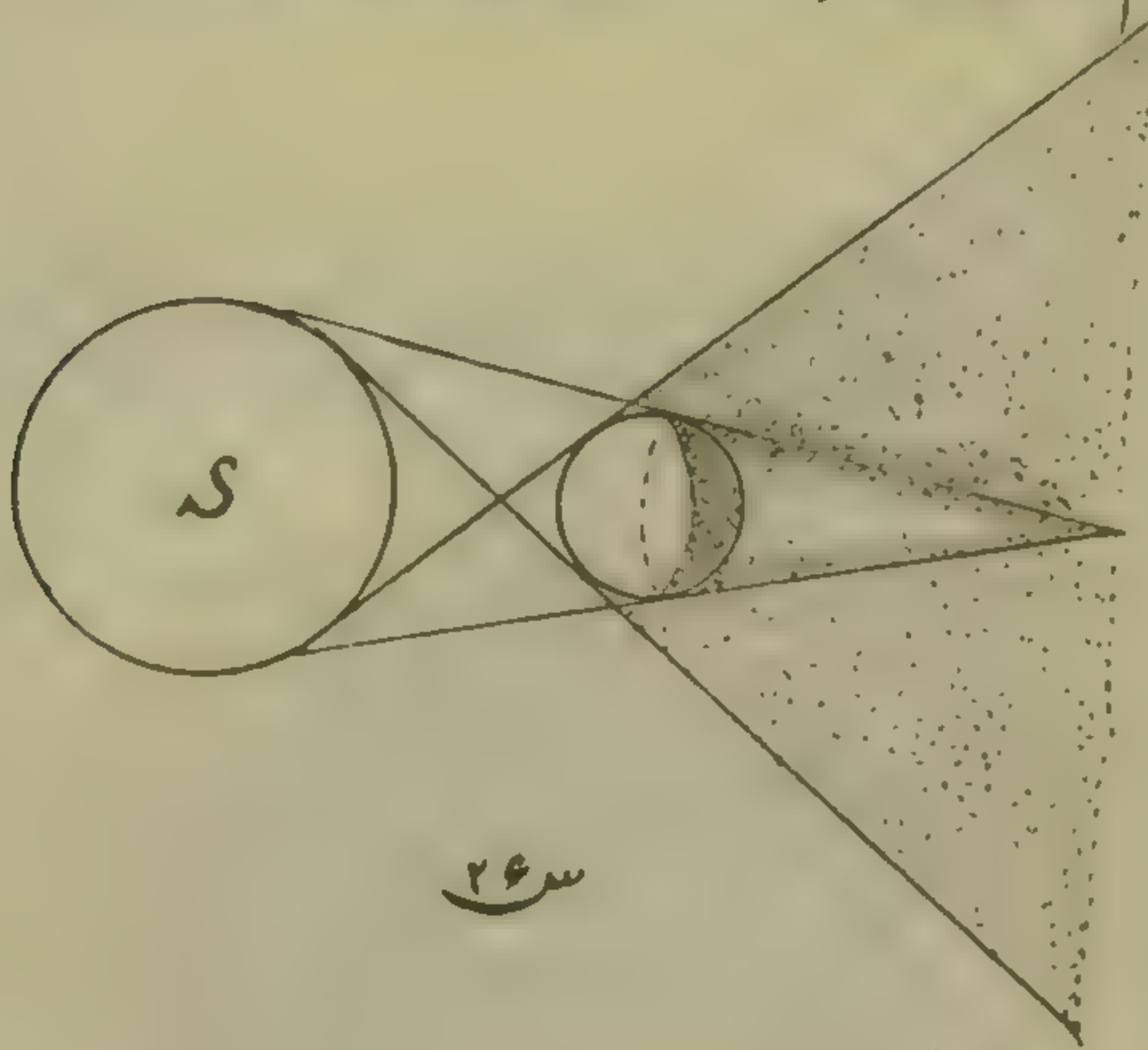
چون در پیردسته از اشعه نورانی که بر صفحه می‌تابند جسم کبری را قسمی از جسم
 مزبور مانع از تابش نور بر صفحه شده و سیر اشعه را متوقف میدارد و قسمتی از صفحه تاریک
 میشود بنا بر این جسمی که در عقب آن واقع شده و قبلاً در معرض تابش نور
 قرار داشتند از روشنائی محروم شده و در سایه میمانند و بر حسب آنکه
 منبع نور عبارت از نقطه نورانی و یا دارای وسعتی باشد ظل و شبه ظل
 بوجود میآید.

ظل — فرض کنیم S منبع نور و کلوله AB جسم که در E صفحه منطبق باشد



چون کلوله را مابین S و E قرار دهیم از تماس اشعه نورانی SA و SB و
 ... با سطح کلوله مزبور احداث مخروطی میشود که رأس آن S و قاعده آن دایره

تاریک MN خواهد بود که از ظل یا سایه خوانند و اطراف آن بکلی روشن
 میماند. کَلْبَةُ نَقَاطِی که در سمت چپ کلوه AB واقعند در روشنائی و آسمانیکه در
 طرف است قرار گرفته اند در سایه مانده از نور محر و مسند (شکل ۲۵)
 شبه ظل یا نیمسایه - فرض کنیم که منبع نور مانعند دارای وسعتی بوده بجای نقطه
 میری جسم نورانی S باشد در اینحال بجای اینکه در صفحه E دو قسمت متمایز

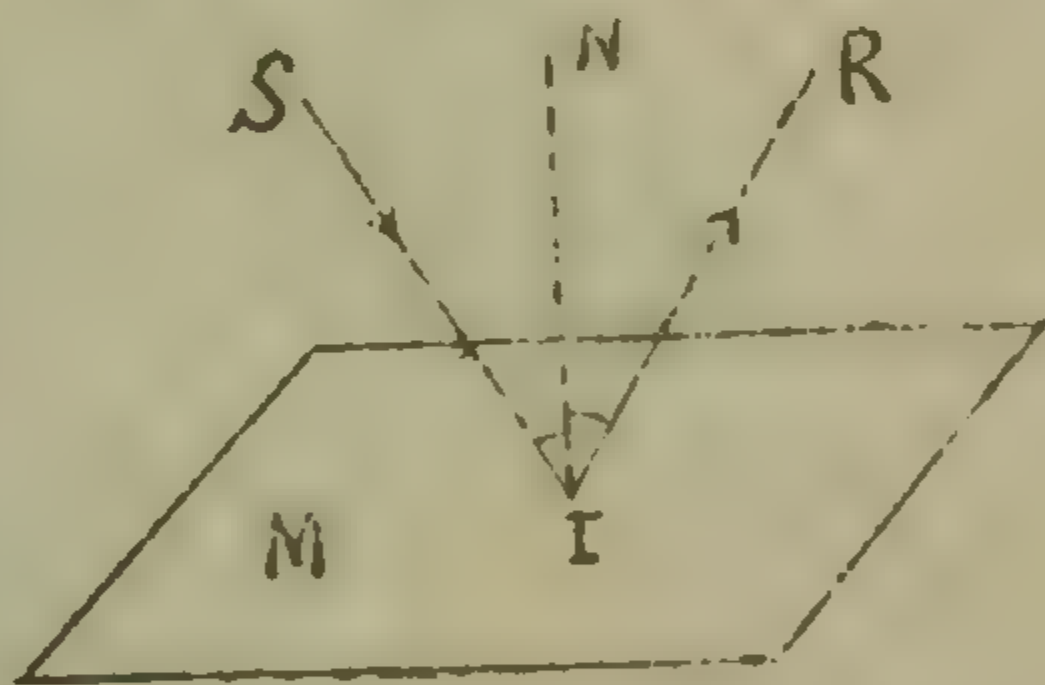
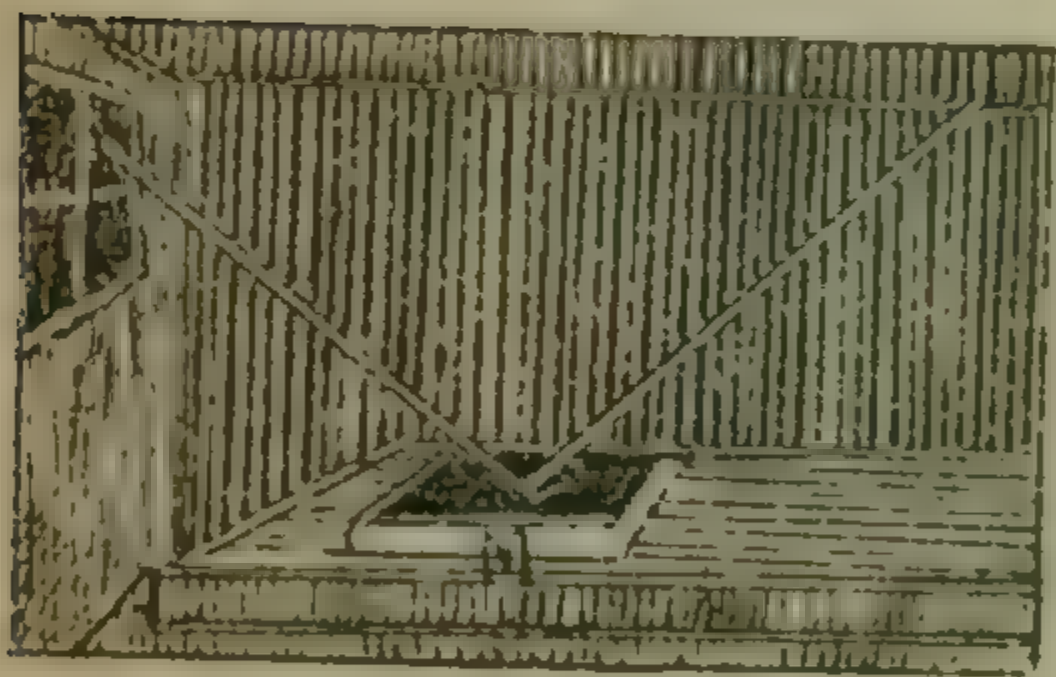


از یکدیگر (در روشن و تاریک) شاید شود قسمت ثالثی بوجود میاید که حد فاصل
 بین آن دو بوده و شبه ظل یا نیمسایه موسوم میباشند (شکل ۲۷)

فصل دوم

انعکاس نور

چون شعاع آفتاب از ثقب کوچکی وارد اتاق شده متماثلاً بر سطح آینه مانند M بتابد جتی غیر از جهت اولیه خود اختیار کرده و بان زاویه تکثیر خود در این صورت گویند شعاع مزبور منعکس شده است (شکل ۲۷)



س ۲۷

شعاع SI را شعاع تابش و شعاع IR را شعاع منعکس خوانند و اگر بالفرض از نقطه I عمودی بر سطح آینه اخراج نماییم SIN را زاویه تابش و INR را زاویه انعکاس نامند و از روی تحقیقاتی که بعمل آمده معلوم شده است که :
اولاً زاویه تابش مساویست با زاویه انعکاس .

تا نیا شعاع تابش و شعاع منعکس عمود IN در سطح قرار دارند موسوم به سطح تابش که عمود است بر سطح انعکاس.

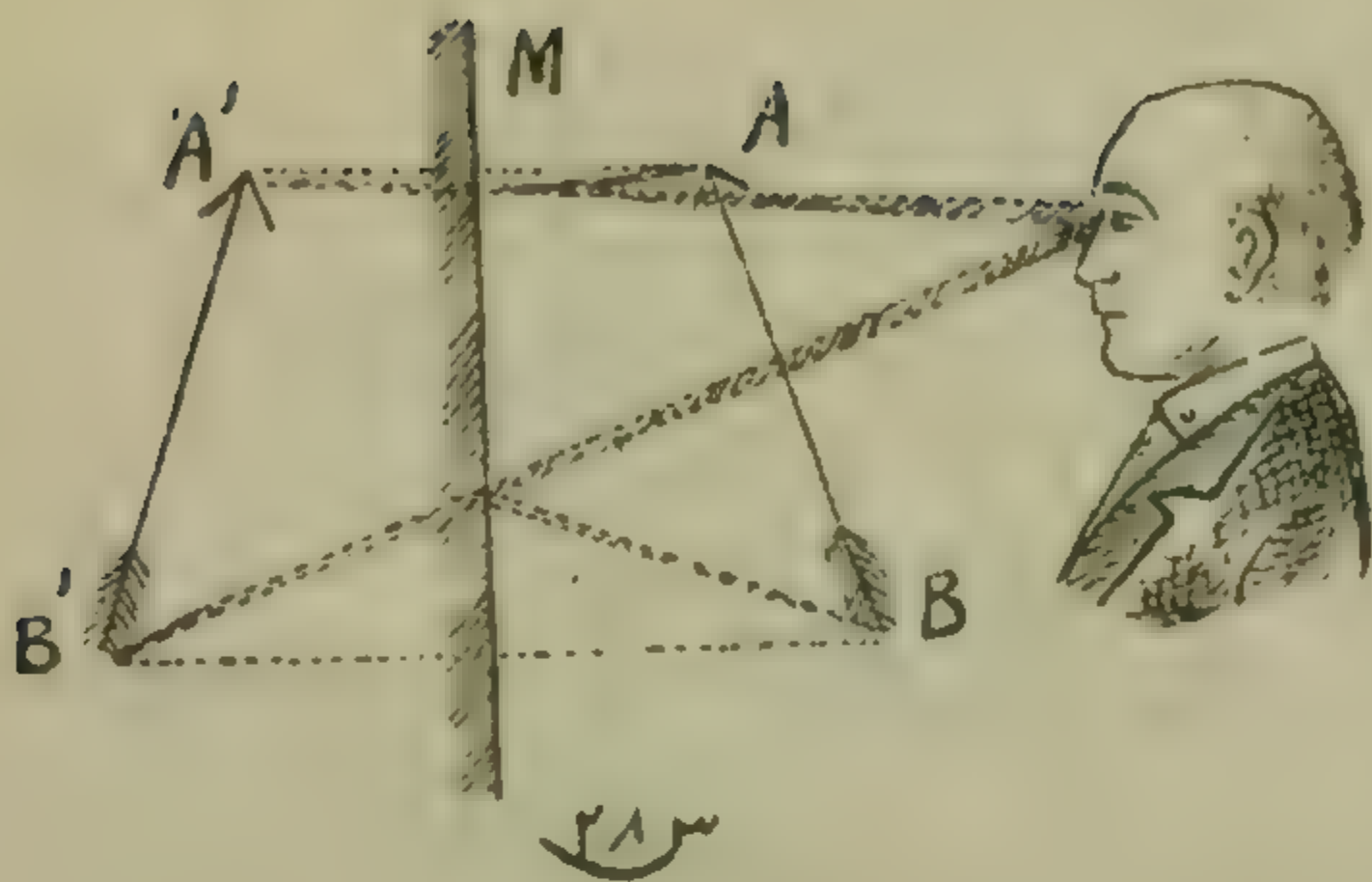
آینه های مسطح و تصویر اشیاء در آنها

آینه های مسطح سطوح مستوی هستند صفتی شد که اشعه نور را منعکس میدارند از قبیل آینه های بدن مناسیه پنجره ها، اوراق لعابی، سطح افقی مایعات (در حال سکون)، و غیر آن که در تمام آنها تصویر مجازی اشیاء بدست میاید، چنانکه تصویر خود را در آینه و یا در آب مشاهده میمائیم.

تصادیر مجازی عبارت از تصاویری هستند که در خارج وجود ندارند و نمیتوان آنها را در روی صفحه ظاهر ساخت در صورتیکه تصاویر حقیقی اشیاء مجازی در روی صفحه و یا شیشه عکاسی ظاهر و آشکار میگردند مثلاً شیئی AB که برابر آینه M واقع شود تصویری خواهد داشت مانند $A'B'$ که نسبت به سطح آینه قرینه بوده و از

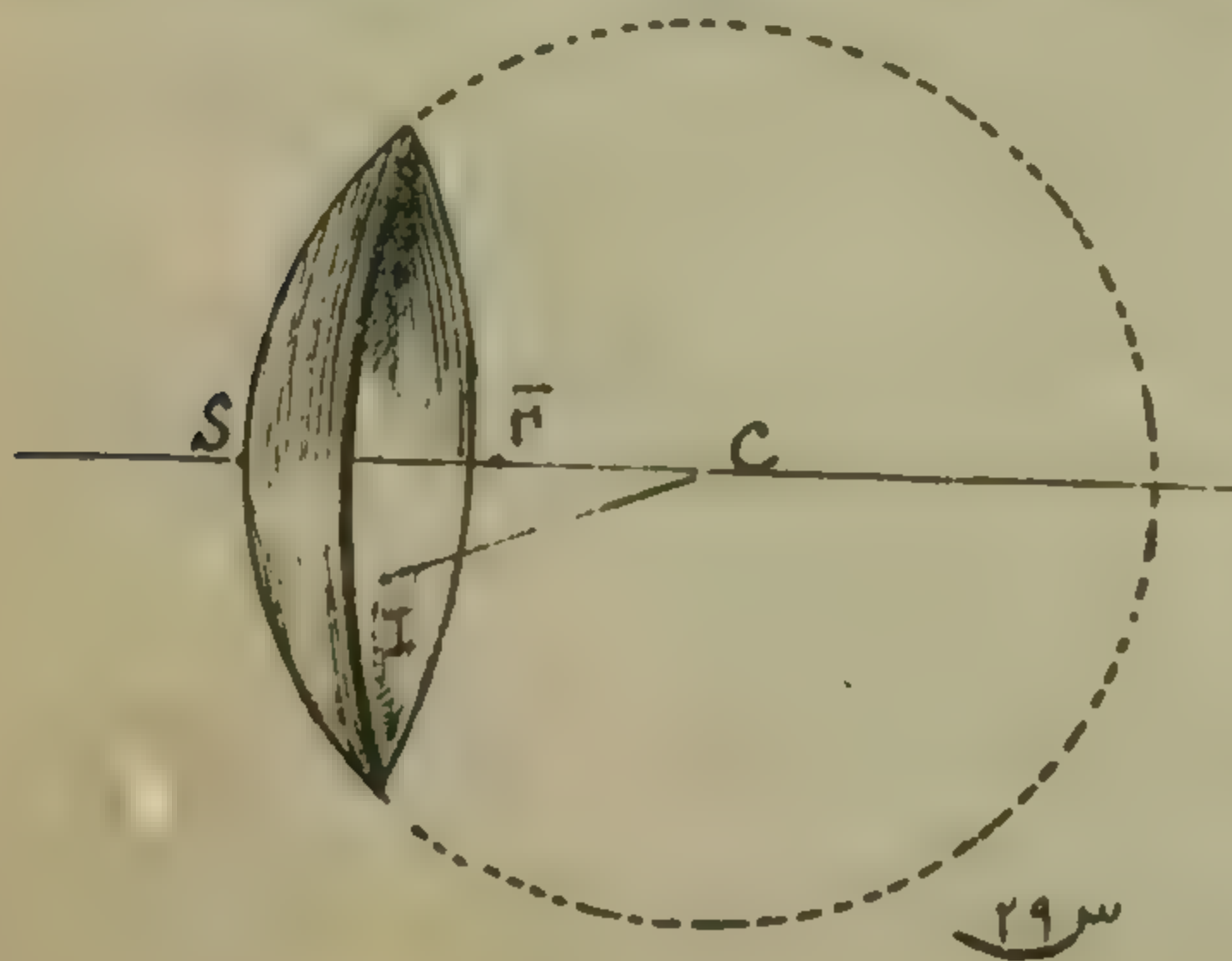
مجموع قرینه های نقاط شیئی مزبور بوجود آمده است و آن را تصویر مجازی مینند زیرا بر طبق آنچه که قبلاً گفتیم تصاویر مزبور وجود خارجی نداشته و اگر بخواهیم آن را در روی صفحه ظاهر سازیم غیر ممکن خواهد بود (شکل ۲۸).

آینه های کروی



آینه های گردی شکل قطعه از کره هستند که سطح آن صیقلی شده و انعکاس نور را بر جوی در آنها صورت میگیرد و بر حسب آنکه سطح انعکاس قسمت داخلی یا خارجی آینه باشد آینه را آینه مقعر و یا محدب مینامند.

مرکز آینه همان مرکز کره است که آینه از بر قطعه از آن بشمار میرود
خط مستقیمی که مرکز C آینه را بر رأس S وصل میکنید محور اصلی و هر خط مستقیم دیگر
مانند CI که از مرکز



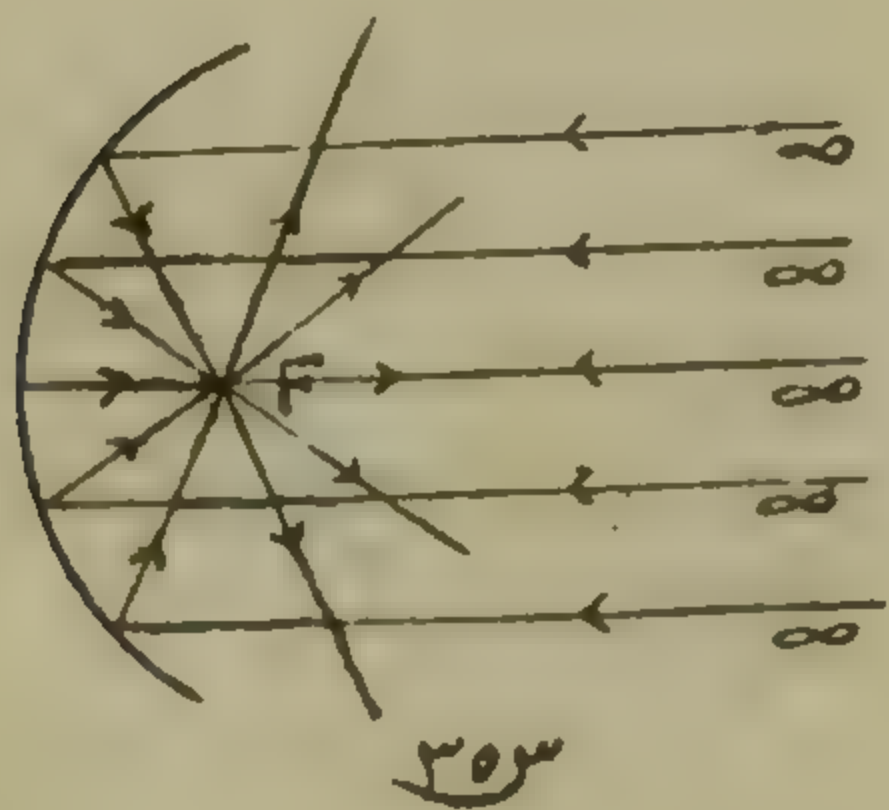
گذشته یکی از نقاط
سطح انعکاس منتهی
شود محور فرعی
نامیده میشود.

کانون هر آينه نقطه است مانند F که در روی محور اصلی و یکنا صدمتاوی
از مرکز C در آنس S آينه واقع باشد . سطحی که از این نقطه گشته بر محور
اصلی عمود باشد سطح کانونی موسوم است . س ۲۹

آينه های مقعر

خواص کانونی : ۱- تصویر هر جسم میری که در روی محور اصلی و در بی نهایت
واقع باشد در کانون آينه مقعر تشکیل میشود .

هرگاه نقطه میری در بی نهایت دور (∞) واقع باشد شعنه که از آن خارج
میشوند متوازی بوده و چون بر سطح آينه مقعری بتابند پس از انعکاس در کانون
آن یکدیگر را تلاقی میکنند مثلاً تصویر آفتاب کانون آينه مقعر تشکیل شده و همیوا



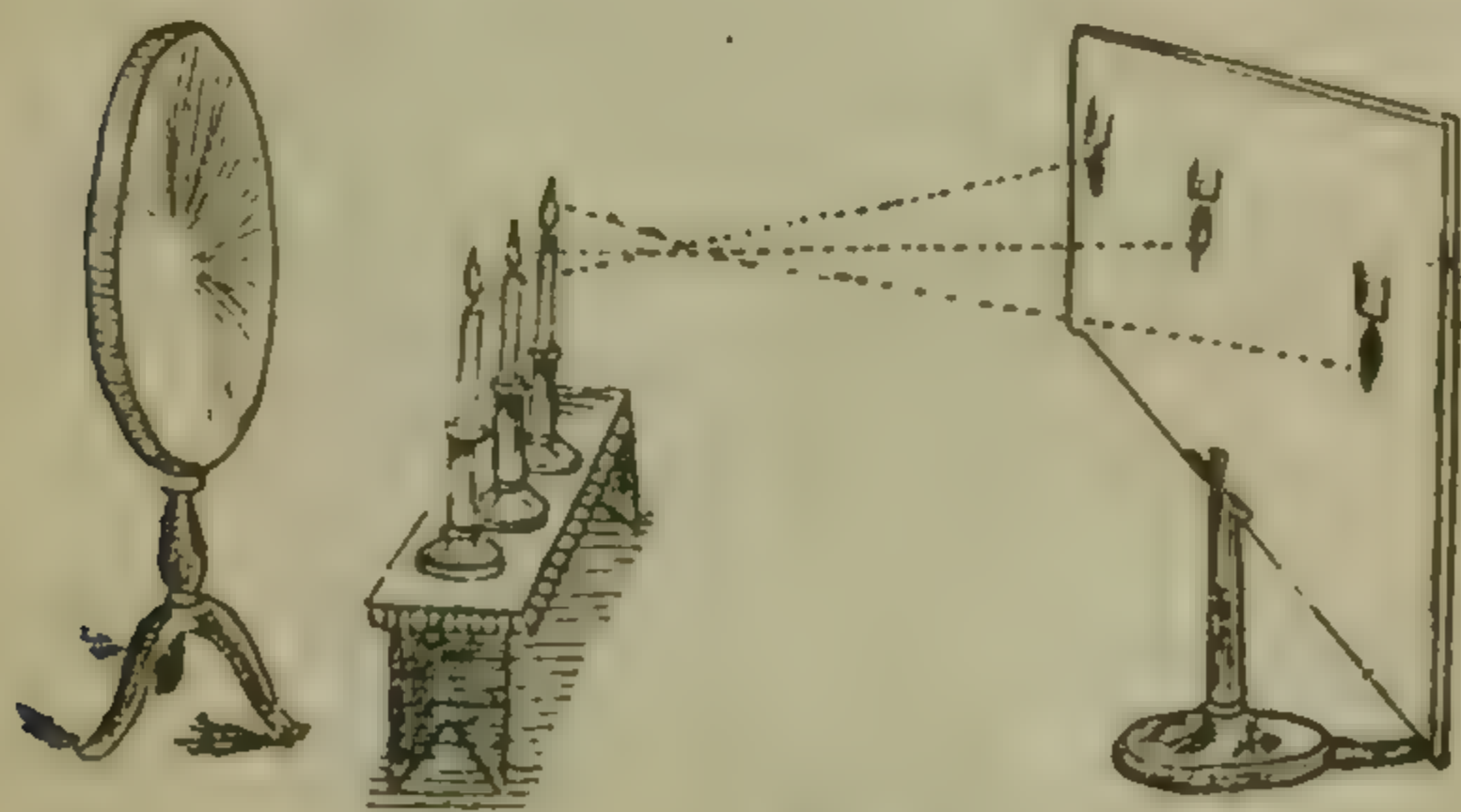
آن را در روی صفحه ظاهر
ساخت بنا بر این در آينه
مقعر تصاویر حقیقی اشیا
که در بی نهایت واقع باشند
احداث میشود (شکل ۳۰)

۲- تصویر نقطه میری که در کانون قرار گرفته باشد بی نهایت دور تشکیل میشود

(عکس خاصیت فوق)

خاصیت کثرت تصویر هر نقطه میز که در مرکز آئینه واقع باشد بر خودش
منطبق است زیرا اشعاع تابشی که از مرکز گذشته و مجور فرعی موسومست عمود
بر سطح آئینه بوده بنا بر این در همان جهت اولیه انعکاس پیدا خواهد کرد.
تصویر اشیاء در آئینه های مقعر - این تضاد بر همیشه حقیقی، معلوم
و کوچکتر از جسمند (شکل ۳۱)، مگر وقتی که جسم مابین کانون و مرکز هندسی قرار
باشد که در این صورت بزرگتر خواهد بود (حالت ۲ شکل ۳۲) همچنین اگر
شیئی بین کانون و آئینه باشد تصویرش مجازی و مستقیم است (حالت ۱)

شکل ۳۳



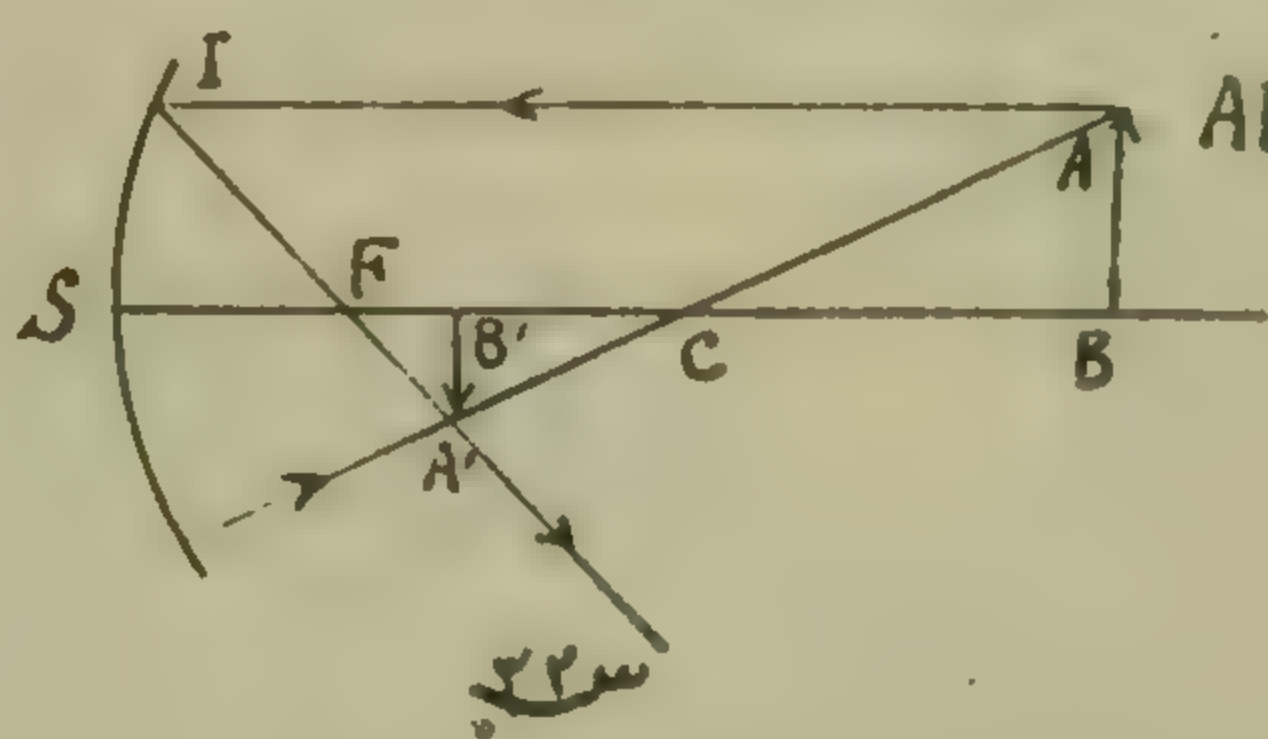
شکل ۳۱

تصویر هر جسمی که بفاصله معیّنی از آئینه قرار گرفته باشد بر حسب دوری و نزدیکی

جسم نسبت بان تغییر کرد و ابعاد و موقعیت نسبت با آن فرق میکند.

بطور هندسی میتوان تصویر AB را چنین ساخت :

شعاع تابش AI که موازی با محور اصلی است در نقطه I منعکس شده در امتداد IR از کانون F میگذرد و همچنین شعاع AE را که از مرکز آینه میگذرد و در سطح آینه عمود است



رسم میکنیم دو شعاع IR و AE

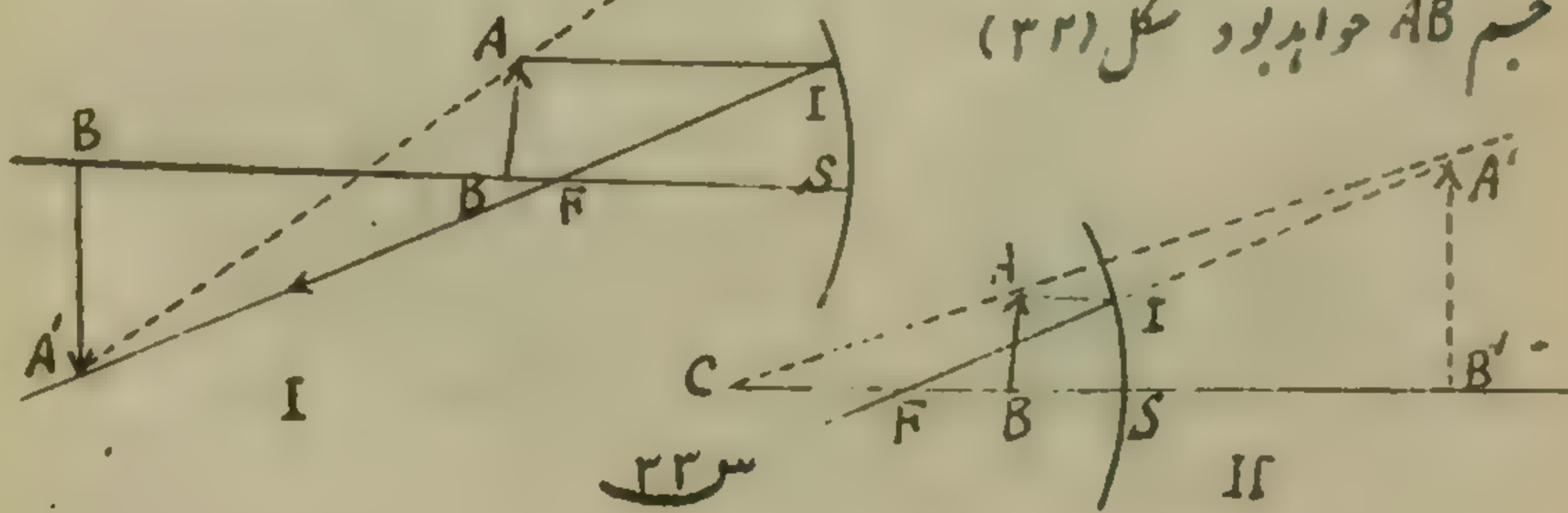
در نقطه A' که تصویر

A خواهد بود

تلاقی میکنند

پس اگر از نقطه مزبور یعنی از A' عمود $A'B'$ را بر محور SC فرود آوریم $A'B'$ تصویر

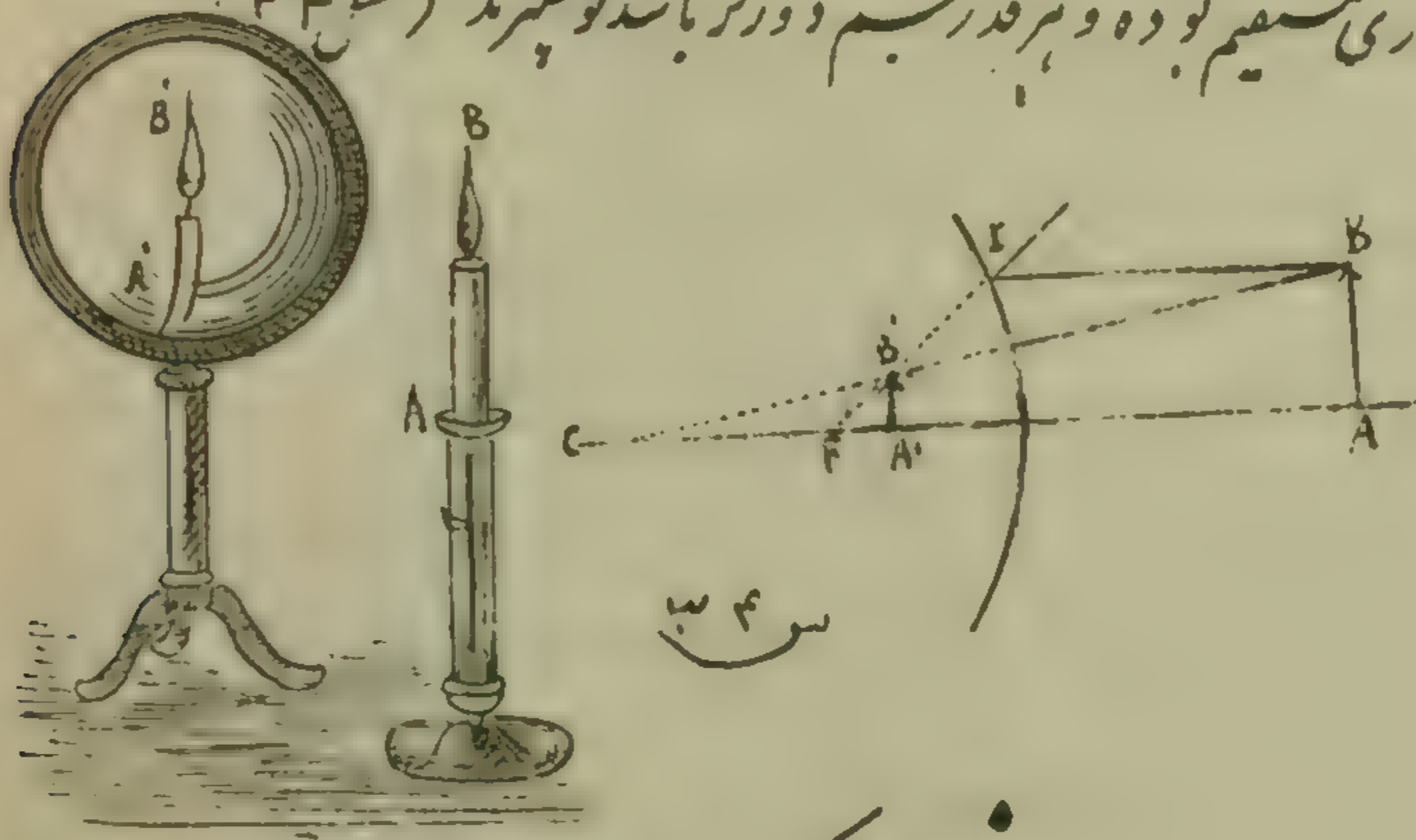
جسم AB خواهد بود شکل (۳۲)



آینه های محدب

این قسم آینه ها نیز دارای مرکز هندسی، کانون، محور اصلی و فرعی میباشند

ولی قانون آنها نقطه است که امتداد شعله حقیقی در آنجا یکدیگر را ملاقی میکنند
 بنابراین قانونشان مجازی خواهد بود . در آینه های محدب تصاویر اشیا
 مجازی مستقیم بوده و هر قدر جسم دور تر باشد کوچک ترند (شکل ۳۴)

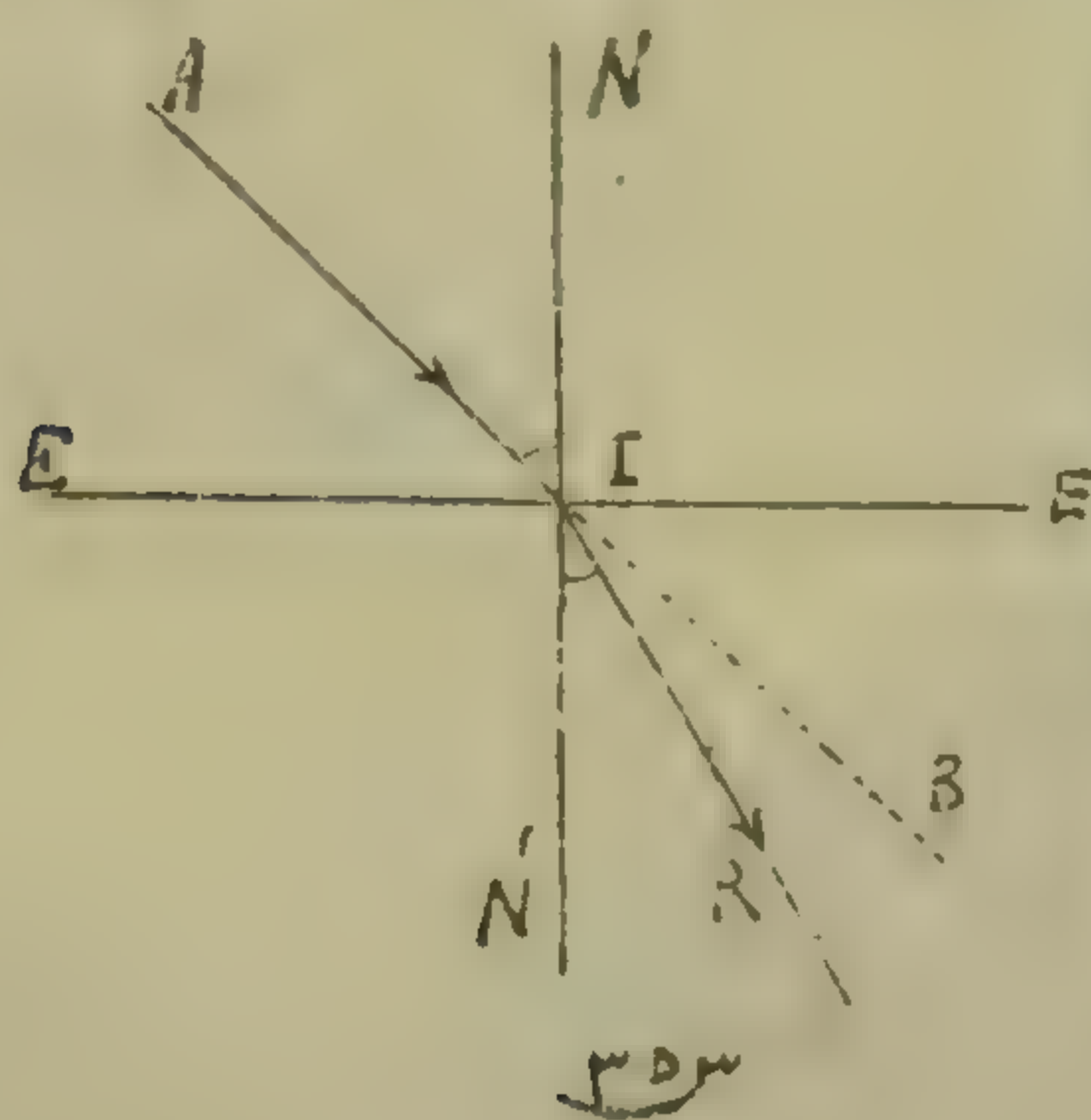


فصل سوم

انکسار نور

سابقاً گفتیم که سیر اشعه نور در هر جسم شفاف بنحیستقیم است و همچنین اشاره
 کردیم که اگر از جسم شفاف داخل جسم شفاف دیگری شود که ماده با اولی متفاوت
 بوده و یا بعبارت اختری تراکم در آستان با هم فرق داشته باشند
 (از مواد آبدار آب بیشینه گردد و بالعکس) در فصل مشترک آن دو منحرف شده اند

غیر از امتداد اولیه خود اختیار نمیکند و با آن قیسل زاویه میدهد (صفحه ۳۲)
 در این صورت گوئیم شعاع مزبور منکسر گردیده است مثلاً اگر یک شعاع نوری
 بر سطح آبی بتابد و در سطح آن که فصل مشترک هوا و آب است شعاع مزبور امتداد اولیه خود را
 ترک کرده موافق امتداد دیگری در آب سیر میکند (شکل ۳۵)



شعاع AI را شعاع تابش

و شعاع IR را شعاع منکسر

خوانند و چون بعضی

عمودی از نقطه I بر سطح

EE آنرا کشیم AIN

زاویه تابش NI را زاویه انکسار نامند ولی باید دانست که چون شعاع

AI که از هوا وارد آب (و یا بالعکس از آب وارد هوا) میشود عموداً بر سطح آب

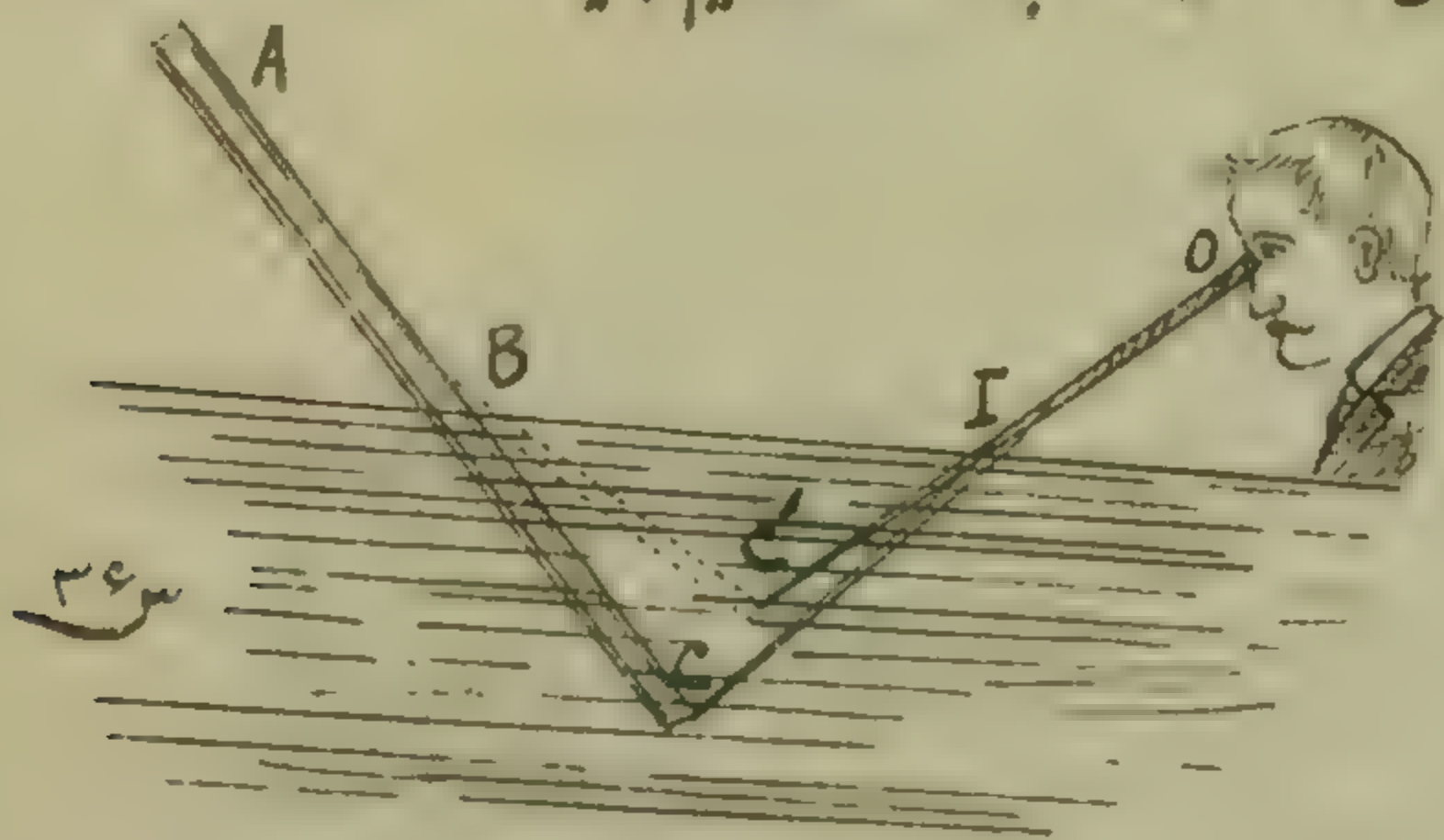
(سطح فصل مشترک) میباشد استقامت خود را از دست نداده و منحرف نخواهد شد

بنابر این شرط لازم برای انکسار نور آنستکه اشعه متأیلاً بر سطح انکسار بتابد

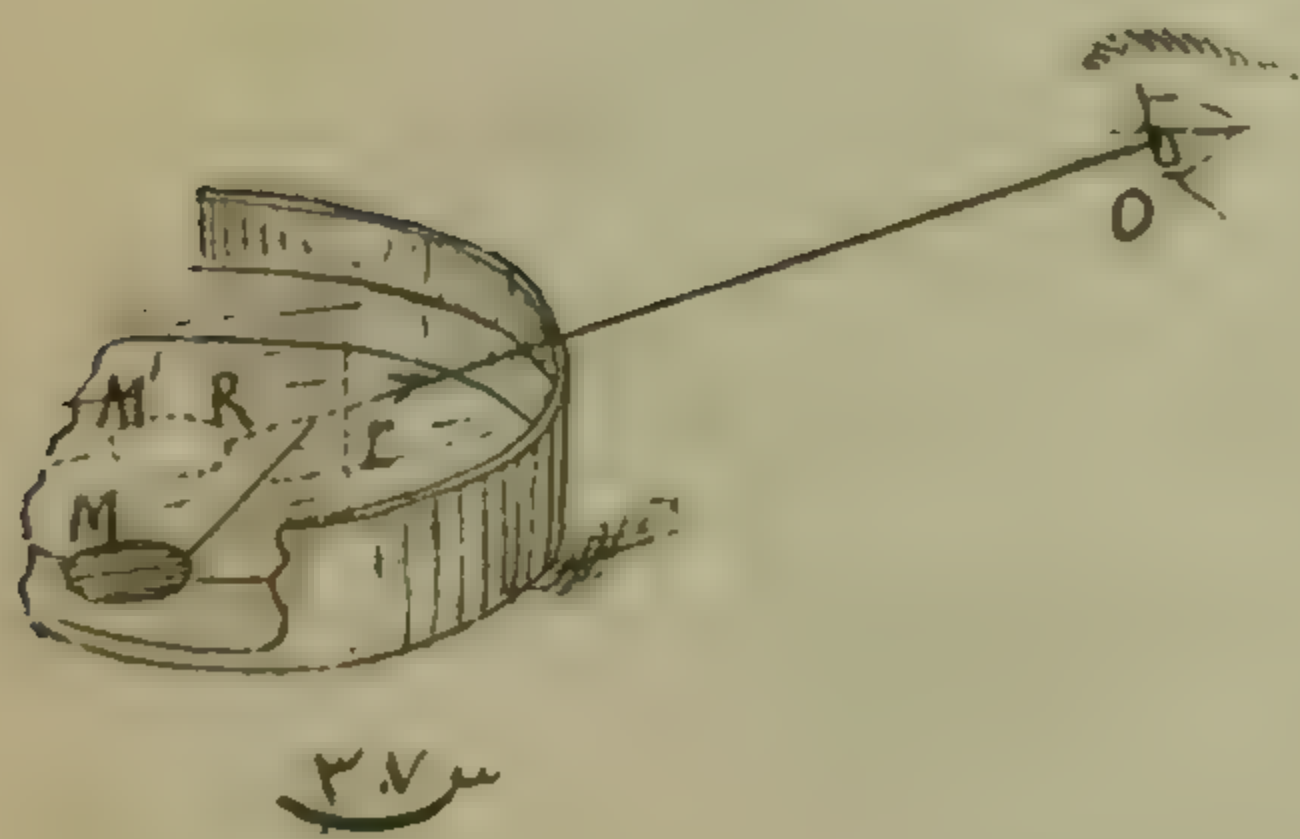
(شکل ۳۵)

مشاهدات عدیده و تجارب ساده تری مطالب مذکور را اثبات میکنند؛ مثلاً

چون عصبائی را در طرف آبی فسر و بریم چنین بنظر میرسد که عصباشکته و قسمتی از آن



که در آب فرو رفته گنج شده است علت این امر آنست که اشعه صادرة از انتهای C
عصبای ABC چون از آب وارد هوا میشوند در نقطه I منحرف شده تغییر جهت میدهند
یعنی امتداد IO را اختیار میکنند بنابراین نوک C عصبادر C' دیده شده و
قمت BC در امتداد BC' بنظر میرسد. (شکل ۳۴)



و همچنین اگر یک عدد دسکه را
در طرف خالی از آبی طور
قرار دهند که بحشم ناظر در
O غیر مرئی باشد دیده میشود
که پس از ریختن آب در ظرف

مربور دسکه نمایان شده و شغنی که در نقطه O ایستاده است آن را مشاهده خواهد کرد

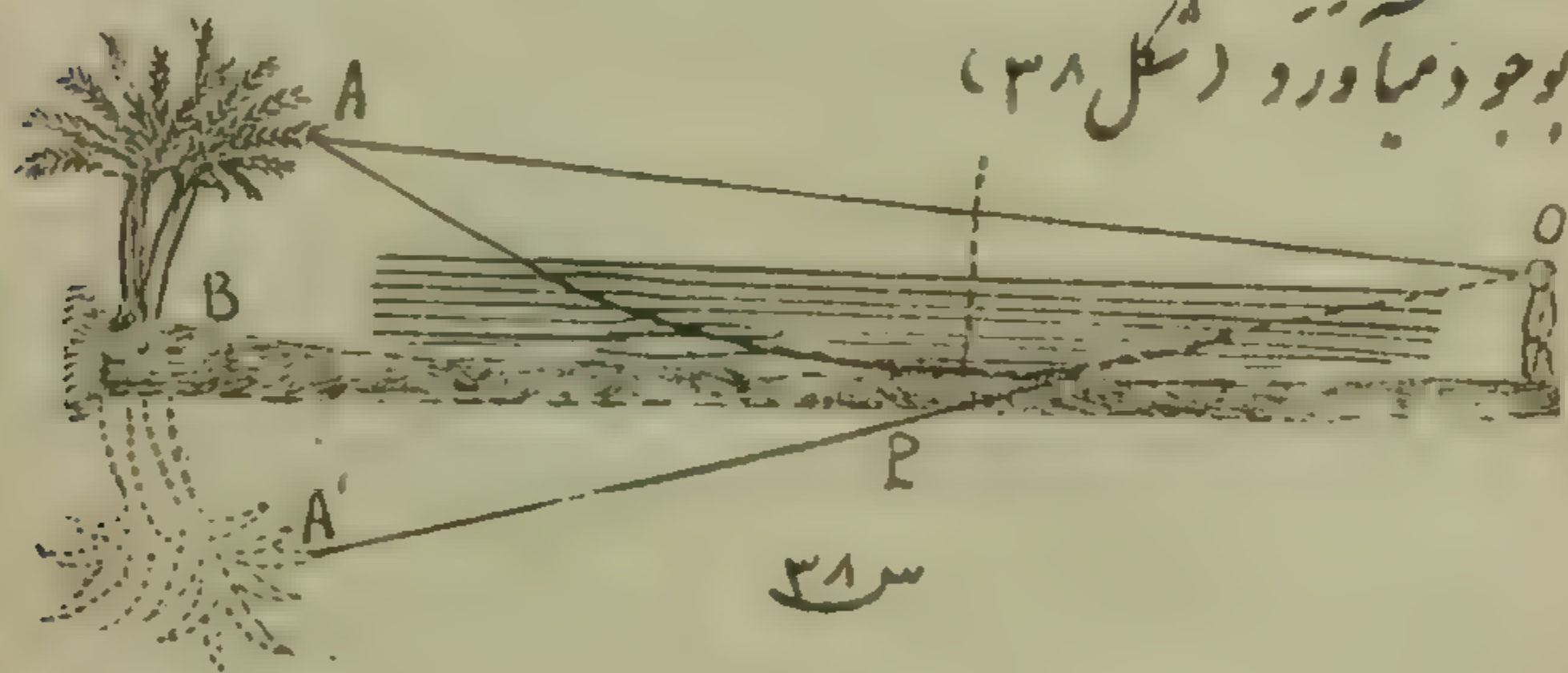
بر وفق بحار ب حاصل دو نتیجه ذیل ثابت و محقق گشته است :

- ۱- شعاع تابش، عمود NN و شعاع انکسار در سطح واحد قرار دادند.
- ۲- زاویه انکسار کوچکتر از زاویه تابش است (در مورد یک شعاع از جسمی که تراکم ذرات آن کمتر است و در جسم متراکم تری شود مثل اینکه شعاع از هوا وارد در آب یا شیشه شود) بالعکس از جسم متراکم تری داخل جسم شفاف دیگری بشود و تراکم ذرات آن کمتر باشد در آب یا شیشه بزرگتر از زاویه تابش خواهد بود مثل اینکه شعاع از آب و یا از شیشه وارد هوا شود.

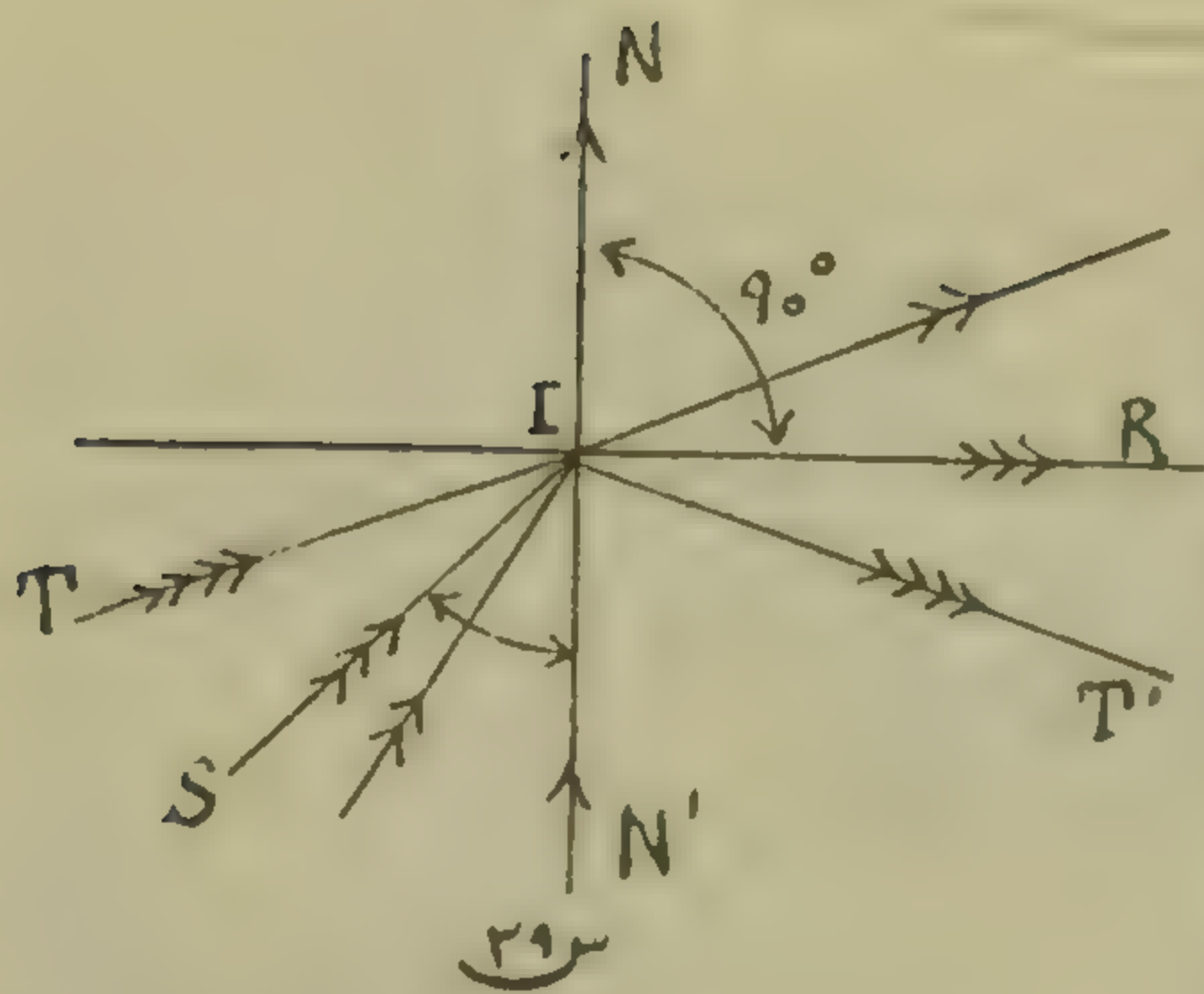
سراب Mirage - در صحاری خشک مناطق استوائی که بیچگونگی آب و علفی وجود ندارد غالباً بنظر مسافران چنین میرسد که از دور عکس بعضی درختان و یا اشجار در آب افتاده بصورتی که یا چشمه شتابان به انقباض بسیار میشوند و چون بنقطه مقصود میرسند از آب اثری نیافته حیران و سرگردان میمانند در ایحال مجدداً همان منظره از دور در نقطه دیگری از صحرا جلوه میکند، و ممکن است تمام روز را همین مناظر فرمید و در نظر مجسم ترند در صورتیکه هیچیک حقیقت وجود خارجی ندارند باشند.

سبب این کیفیت انکسار نور در طبقات هواست زیرا بواسطه حرارت شمس سطح

زمین فوق العاده گرم شده طبقات هوای مجاور آن نیز با طبع شبیه ارضها
 بالا تر گرم میشوند پس بر این اشعه نور در حین عبور از طبقات مختلفه که درجه حرارت
 متفاوت و لذا تراکم ذرات آن کم و بیش با هم فرق دارند انکسارات متوالی
 پیدا کرده از خط مستقیم منحرف میشود مثلاً شعاع AO بجای اینکه امتداد مستقیم
 خود را تعقیب کند در امتداد AP بچشم ناظر در O رسیده $A'B$ تصویق AB



انعکاس کلی - گفتیم اگر شعاعی از آب وارد هوا شود نظر باینکه تراکم ذرات
 آب بیشتر از هواست لذا زاویه انکسار بزرگتر از زاویه تابش خواهد بود حال اگر این
 زاویه بتدریج بزرگ شود زاویه انکسار نیز بزرگتر شده شعاع منکسر از خط عمود
 بر نقطه تابش دورتر میشود و بالاخره موقعی میرسد که شعاع منکسر با عمود
 زاویه مساوی ۹۰° درجه تشکیل داد یعنی درست مماس با سطح آب میشود و این



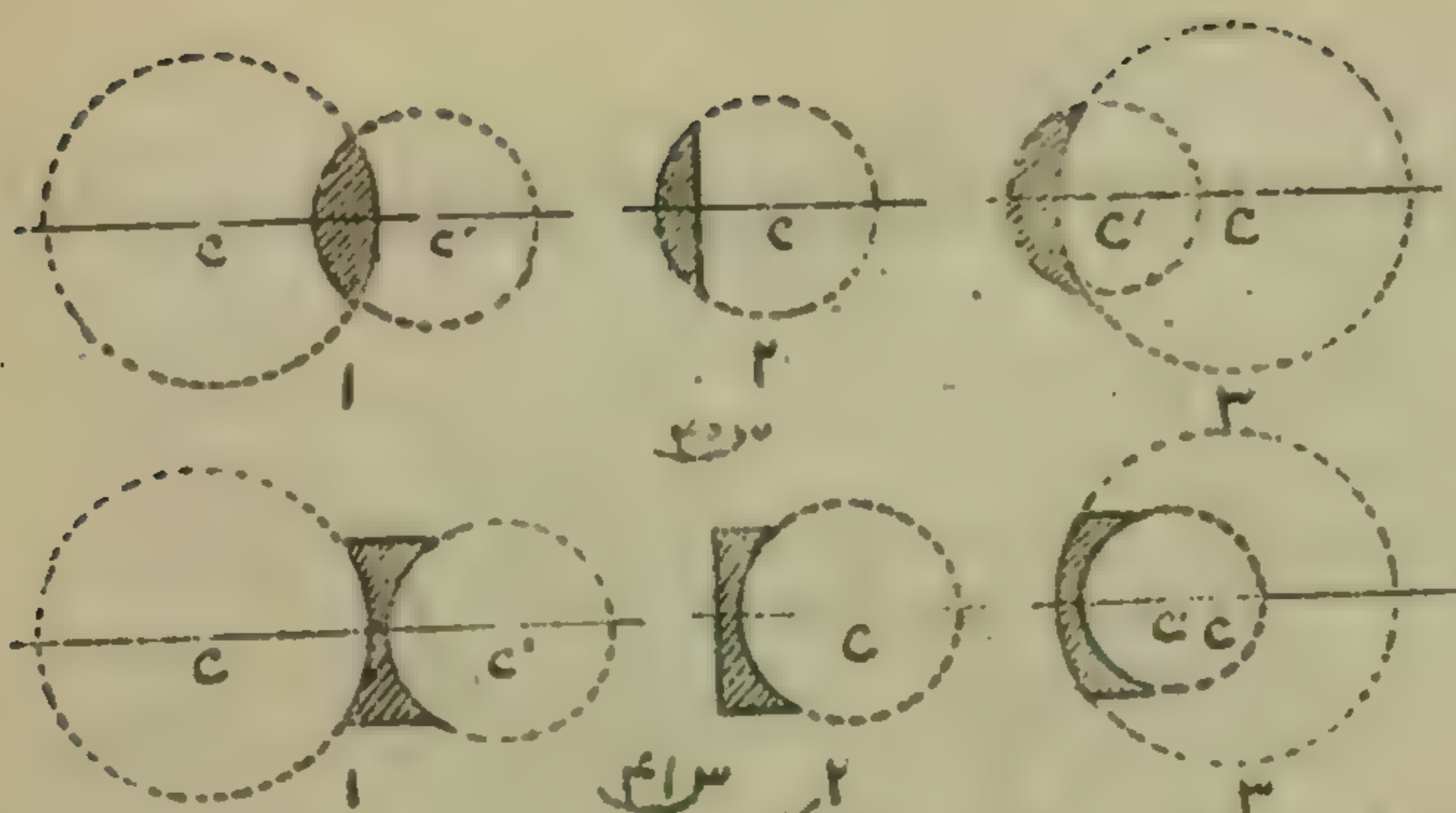
و قی است که زاویه تابش
مساوی ۹۰ باشد و چنانچه
این زاویه باز از اتحاد تجاوز
نماید شعاع تابش دیگر از
آب خارج نشده در همان آب

منعکس میگردد و در این حالت گویند که انعکاس کلی Reflexion totale
صورت گرفته است (شکل ۳۹)

فصل چهارم عدسیها

تعریف - هر جسم شفاف را که محدوده بیک یا دو سطح کروی باشد عدسی
نامند مانند ذره بین، شیشه عینک، عدسی دوربین، ذره بین عکاسی و غیره
عدسیها بنا بر آنکه دارای یک یا دو سطح منحنی باشند یک یا دو مرکز انحنا خواهند
داشت که عبارت از همان مرکز کروی است که سطح منحنی عدسی قطعه از آن میباشد

(شکل ۴۰)

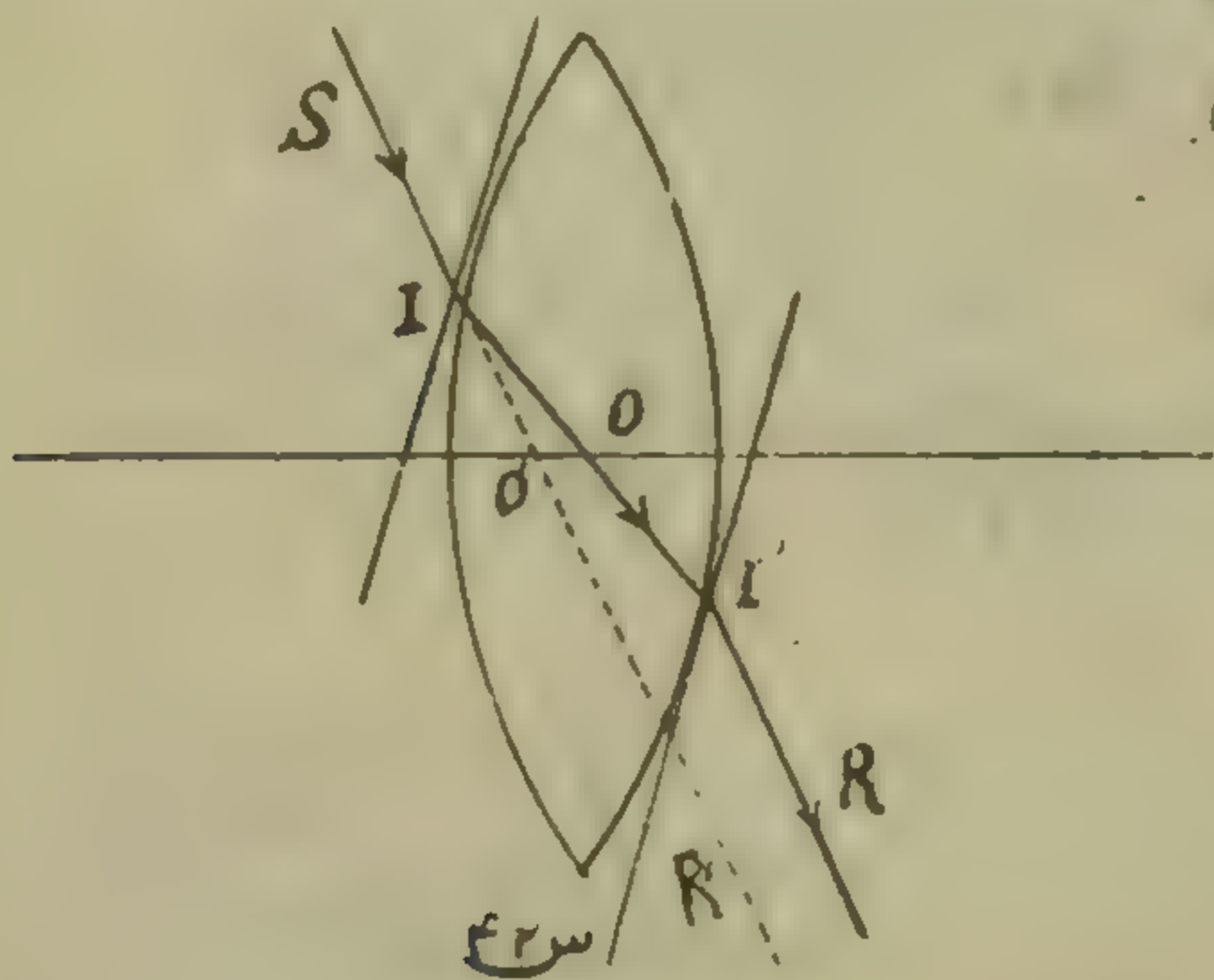


خط مستقیمی که دو مرکز سطوح منحنیه را بیکدیگر متصل نماید و محور اصلی موسوم است
 (۱ و ۲ شکل ۴ و ۵) و چنانچه یکی از دو سطح آن مستوی باشد در این صورت محور
 اصلی خط عمود است که از مرکز انحنا بر سطح مستوی منبسط و دایره (۲ شکل ۴ و ۵)
 کانون هر عدسی نقطه است از محور اصلی که بیک فاصله باشد از مرکز انحنا و عدسی
 و هر سطحی که از این نقطه گذشته عمود بر محور اصلی باشد سطح کانونی موسوم است
 فاصله کانون از عدسی فاصله کانونی آن نامند .

هر عدسی غیر از محور اصلی دارای محوری فرعی نیز میباشد و آن شعاعی است که
 چون بر سطح عدسی بتابد پس از خروج از آن همان استقامت اولیه خود را تعقیب نماید
 محل تقاطع محور اصلی با محور فرعی نقطه است که بمركزه *Centre optique*
 موسوم است (شکل ۴)

عدسیها میتوانند به دو دسته تقسیم نمود : عدسیهای محدب و عدسیهای

مقعر . عدسیهای محدب آنها را میگویند که دو کنارشان از وسط باریکتر است



(شکل ۴۰) عدسیهای

مقعر عکس و سته فوق آنکه

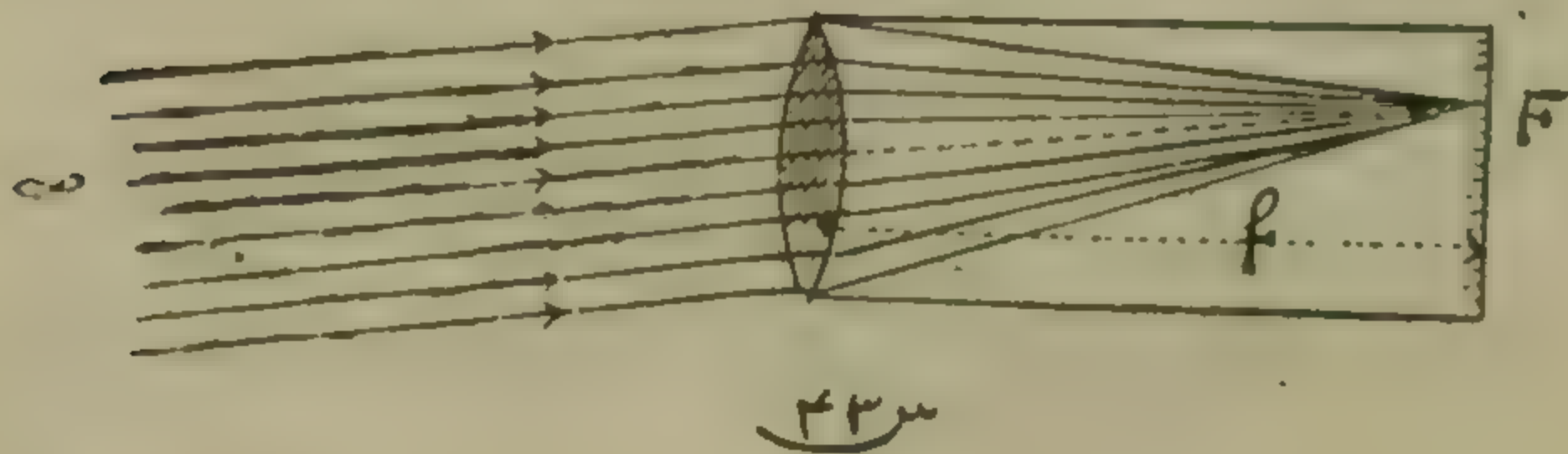
از عینی دو کنارشان

ضخیم و قسمت وسط باریک

است (شکل ۴۱)

عدسیهای محدب

خواص کانون - هرگاه دسته از اشعه نوری موازی محور اصلی بر سطح عدسی
تابند پس از خروج از آن در یک نقطه متمرکز میگردد که همان کانون عدسی
است . چنانچه اشعه با هم متوازی ولی موازی محور اصلی نباشد در این صورت در یک نقطه



از سطح کانونی تمرکز پیدا خواهند کرد (شکل ۴۳)

مثلاً آفتاب که در بی نهایت دور واقع شده و اشعه آن متوازیند تصویرش در خروج
 کانون یا سطح کانونی عدسی تشکیل میشود (بنا بر آنکه اشعه آفتاب موازی با محور
 اصلی باشند) و بالعکس اگر منبع نور در کانون عدسی باشد اشعه آن پس از خروج
 از عدسی منبسط و متوازی میسر گردد و تصویر جسم غیر در بی نهایت دور تشکیل خواهد

(شکل ۴۳)

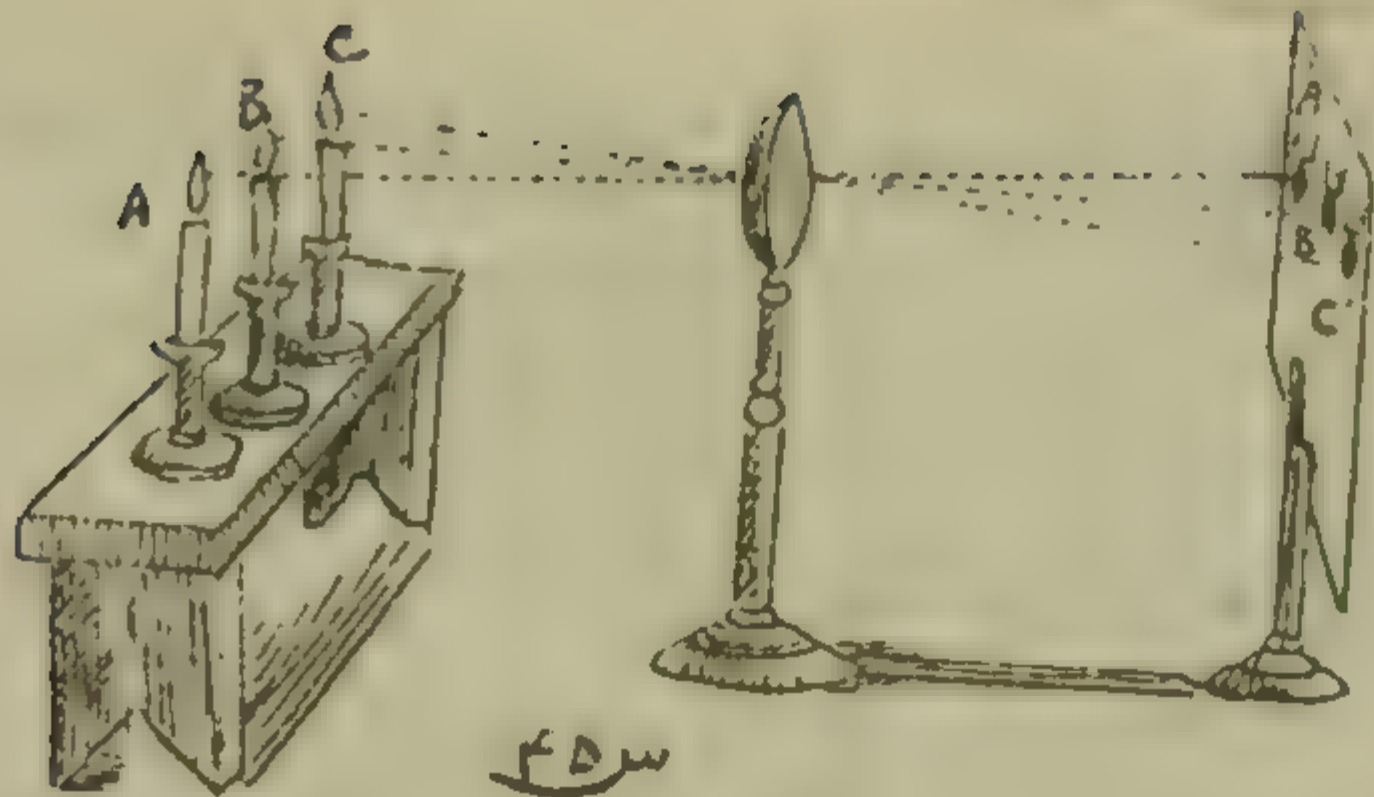


سر ۴۳

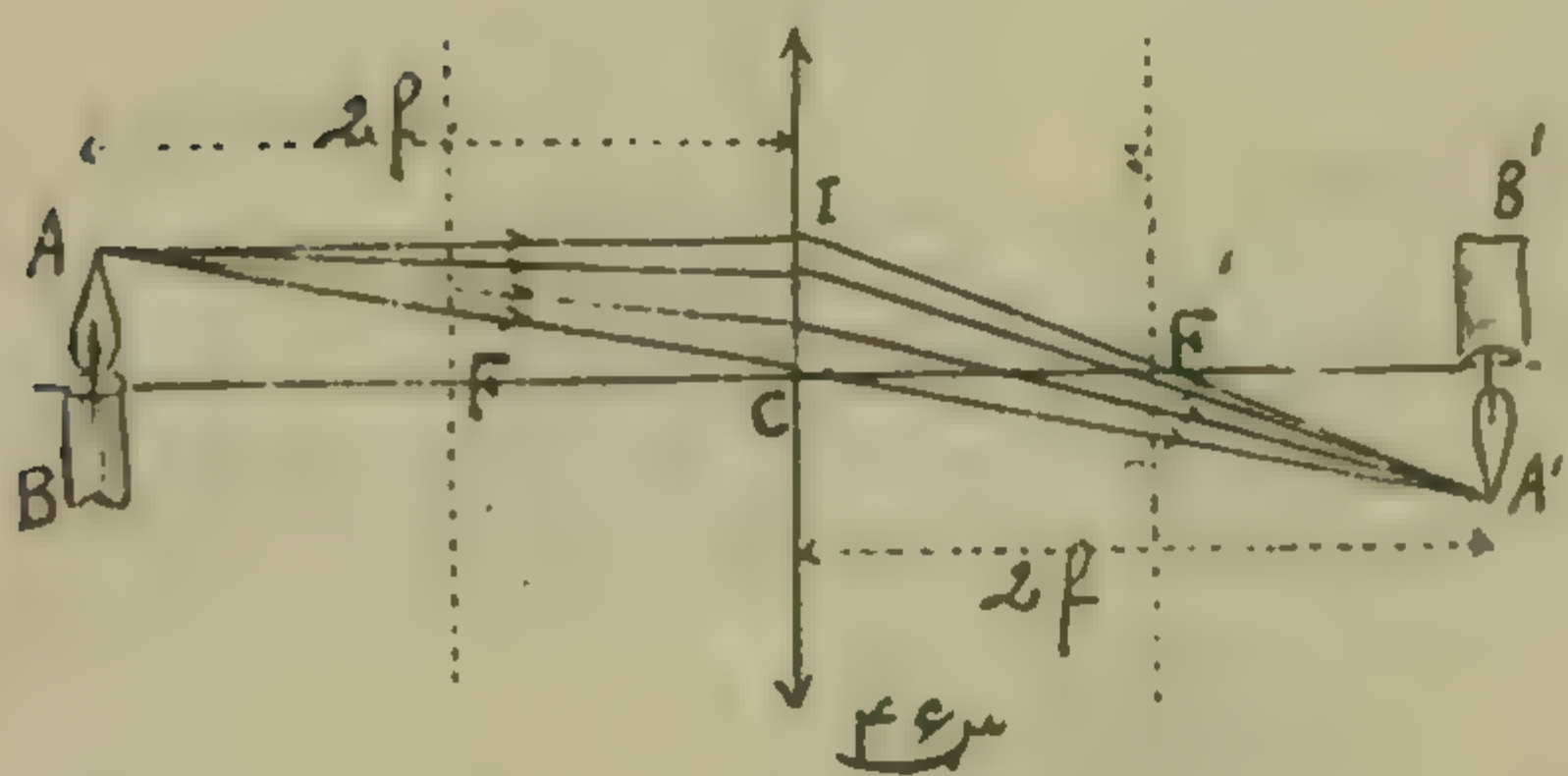
دارد و بی نهایت است که فانوس های بگری Phare برای
 هدایت کشتی ها در شب معمول داشته اند باین معنی که در کنار ساحل و در روی منار
 بلند چراغ بسیار روشنی را در کانون عدسی قرار داده و اشعه آن را پس
 از خروج از عدسی به سمت دریا متوجه میدارند

تصویر اشیاء در عدسیهای محدب

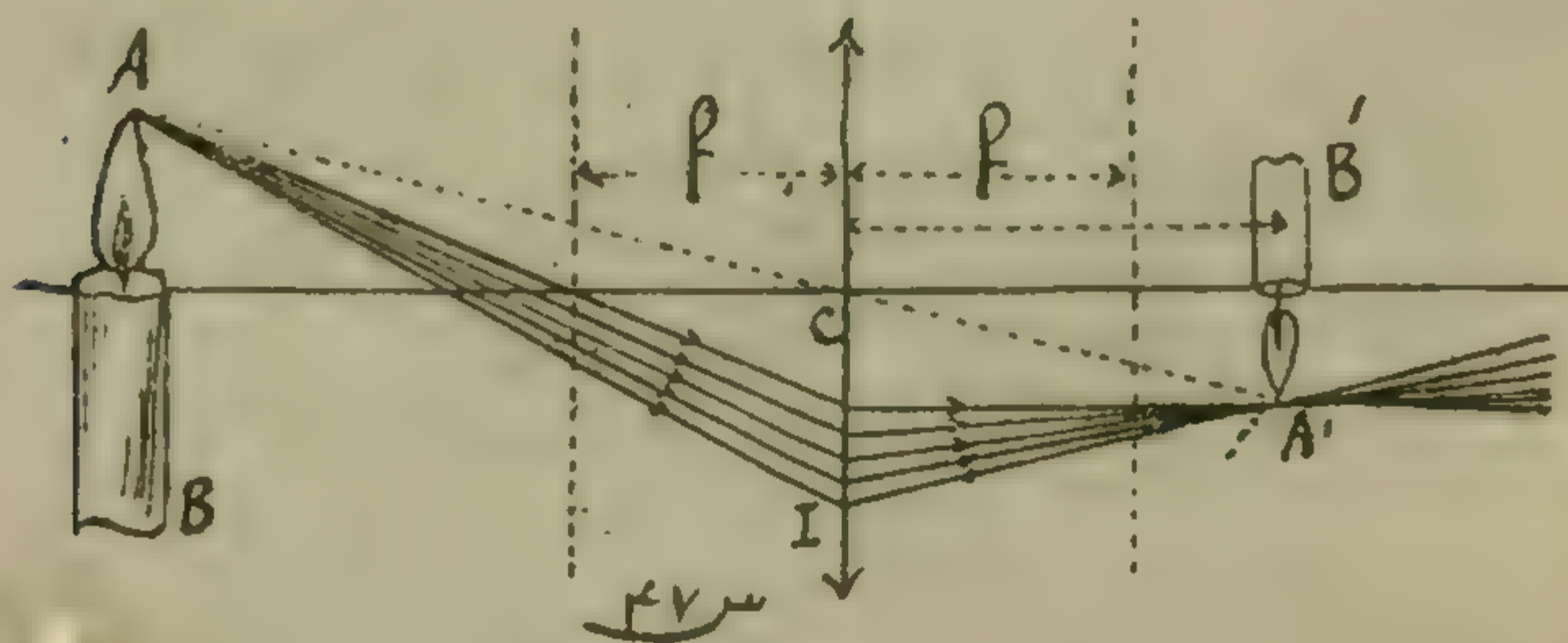
فرض کنیم جسم مزی دور از عدسی عمود بر محور اصلی قرار گرفته باشد در این صورت
 اشعه صادره از آن متوازی یا بر عدسی تابیده و تصویر بسیار کوچک آن در کانون



تکثیر شود ولی هر قدر
جسم میزبور بجانون و
بنابر این بعدی نزدیکتر
شود تصویر آن قه رفته
بزرگتر شده و از کانون
دور میشود ولی همواره
حقیقی کوچکتر از جسم و
نسبت بعدی بطور

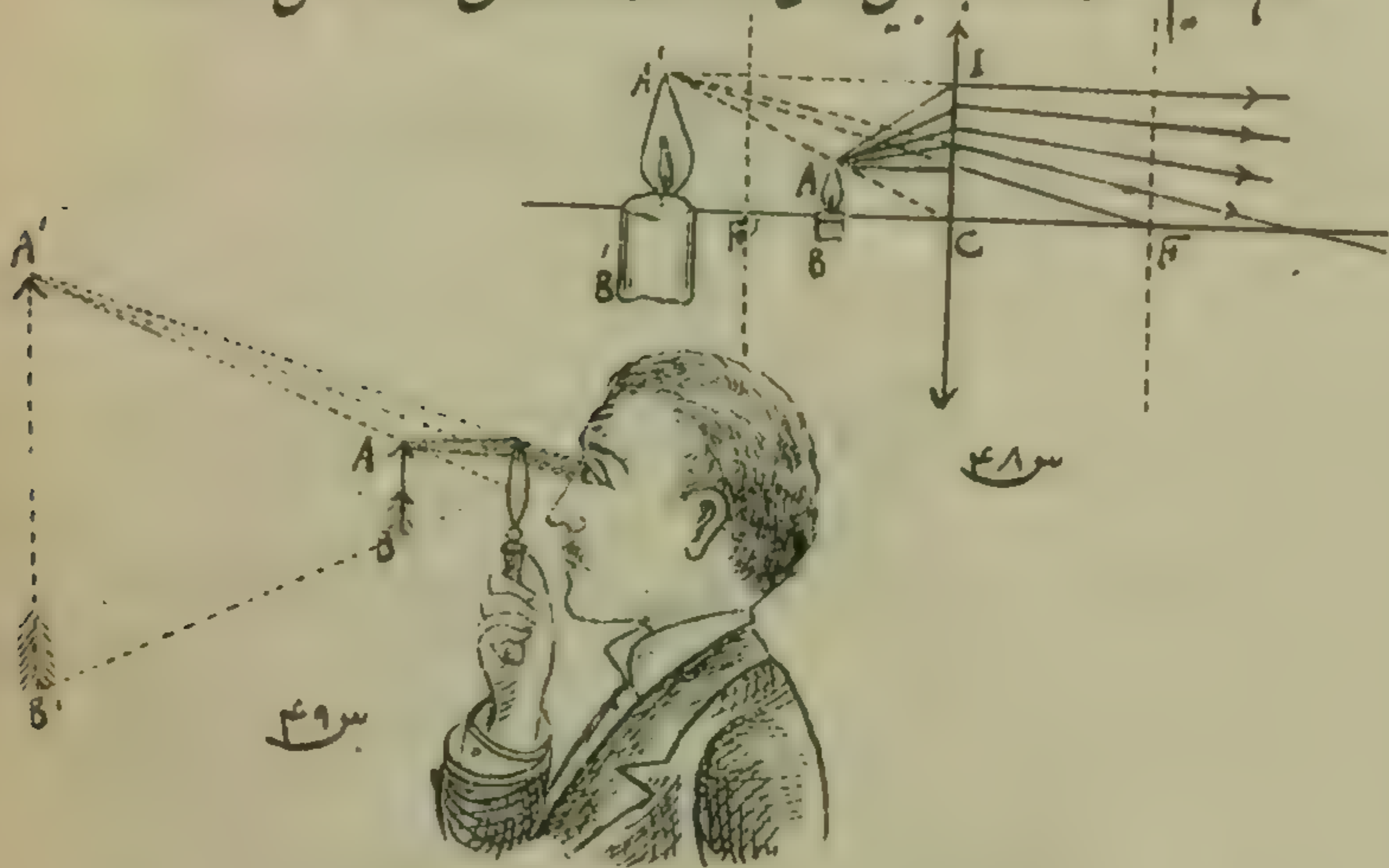


معلوس قرار میگیرد (شکل ۴۷) تا بالاخره قتی که جسم در کانون واقع شود بر طبق
آنچه گفته ایم تصویر آن در بی نهایت دور ظاهر خواهد شد (شکل ۴۸) اما همیشه از

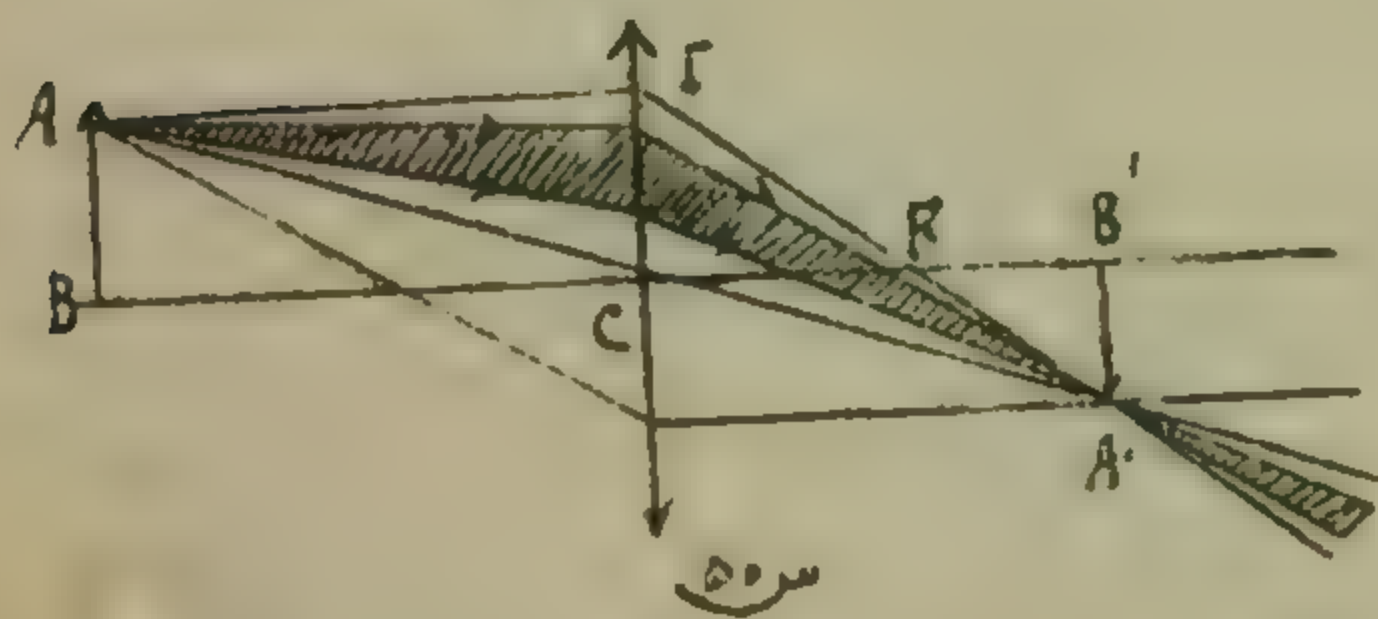


از آن حد تجاوز کرده در فاصله بین کانون و عدسی واقع شود تصویرش مجازی

مستقیم و بزرگتر از شیء خواهد بود و چنانکه با ذره بین اگر بخوانیم حروف کتاب را
 بخوانیم برای آنکه حروف منبسط تر بنظر برسند لازمست که ذره بین را طوری
 نگاهداریم که خطوط کتاب بین عدسی و کانون آن واقع شود (شکل ۴۸ و ۴۹)



برای اینکه تصویر حسی مثلاً AB را که بقاصد معینی از کانون واقع است بطور هندسی رسم
 کرده باشیم: اولاً شعاع



AI را موازی با محور اصلی
 رسم میکنیم شعاع منبسط در
 I منکسر شده و امتداد IF

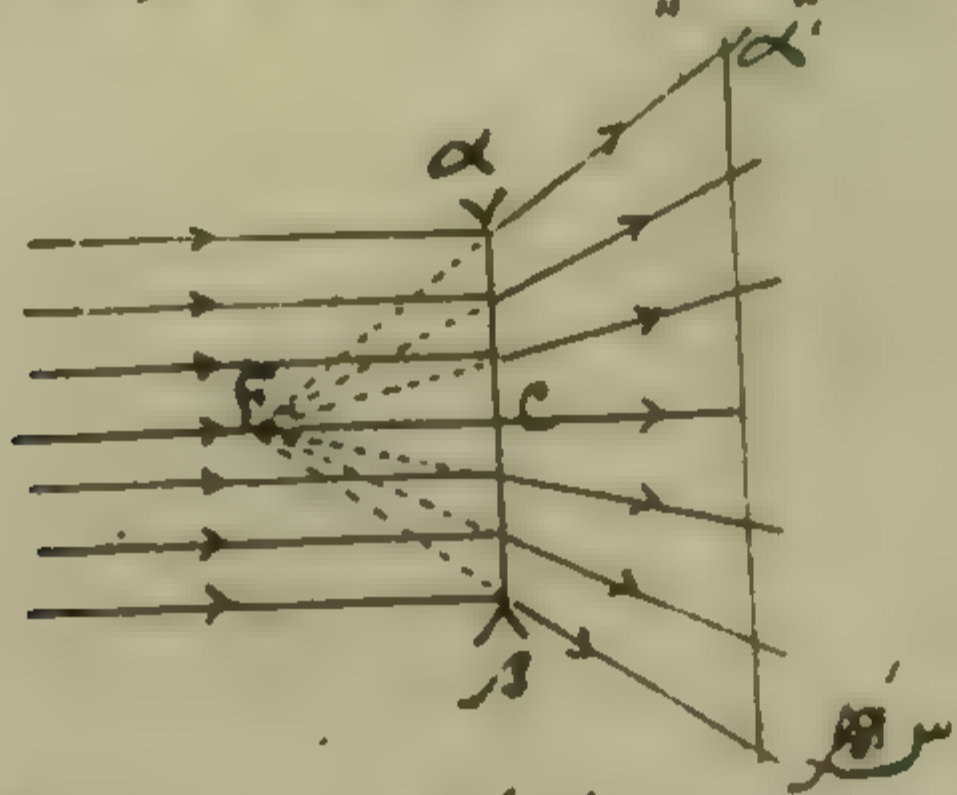
کانون میگذرد ثانیاً شعاع AC یا محور فرعی را که از مرکز ضوئ C گذشته و بدون انحرافی خارج

میشود و در دایره AC و EF در نقطه مانند A' تلاقی میکنند که همان تصویر A خواهد بود پس اگر از نقطه مرکز نور A' عمود $A'B'$ را بر محور اصلی فرد آوریم تصویر AB بدست میآید. س. ۵

برای ترسیم حالات مختلفه که قبلاً مذکور شد مطابق دستور فوق عمل نمود
در آنها بحث ننماید.

عدسیهای مقعر

این دسته از عدسیها نیز دارای یک یا دو مرکز انحناء، محور اصلی، محورهای



فرعی و کانون میباشند

منتهی در اینجا چون اشعه

بجوار ذات محور اصلی بر

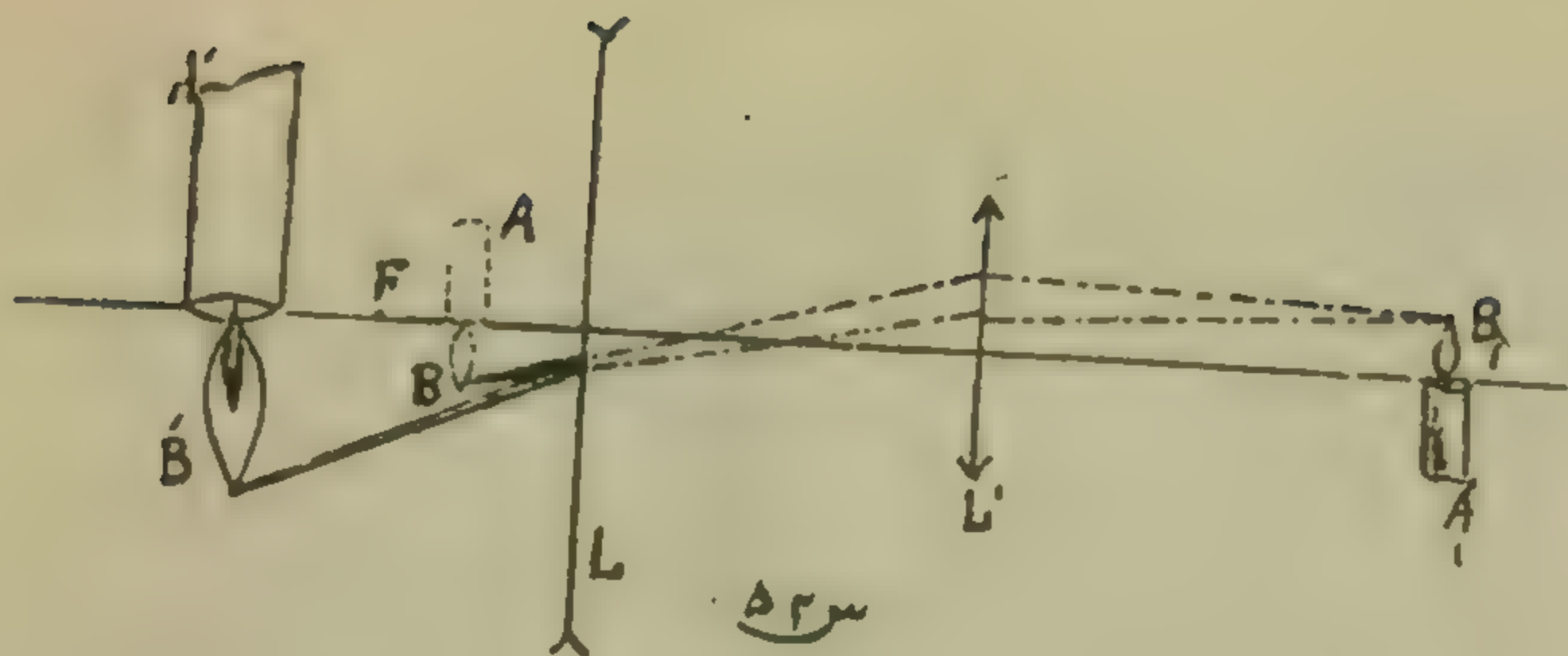
سطح عدسی بتأیید پس از انکسار و عبور از آن از یکدیگر دور شد و اگر آنها را امتداد

در کانون نزدیکتر بشی یکدیگر را تلاقی خواهند کرد بنا بر این کانون نشان مجازی است

(شکل ۵۱)

تصاویری که از عدسیهای مقعر بدست میآید مجازی مستقیم و کوچکتر از جسم مذکور

موردیکه بجای شیئی تصویر مجازی شیئی دیگری در فاصله بین کانون و عدس باشد

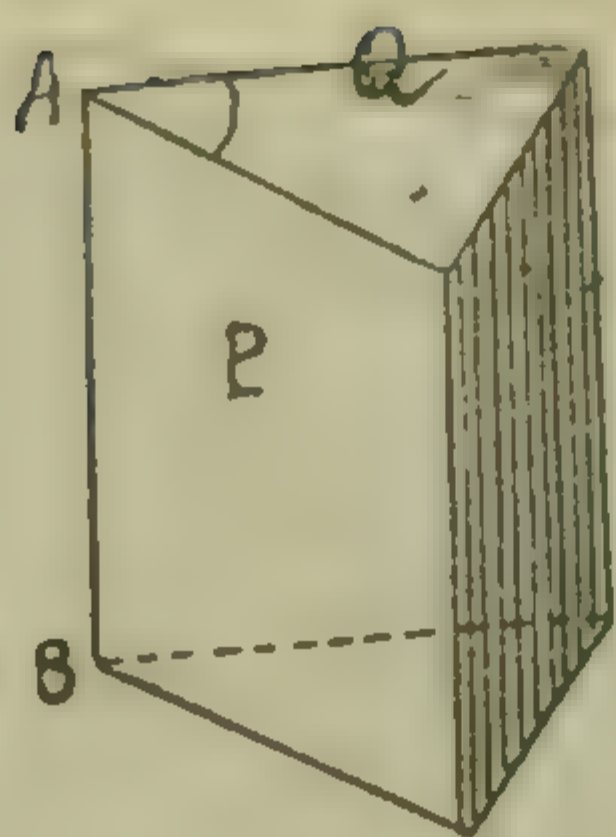
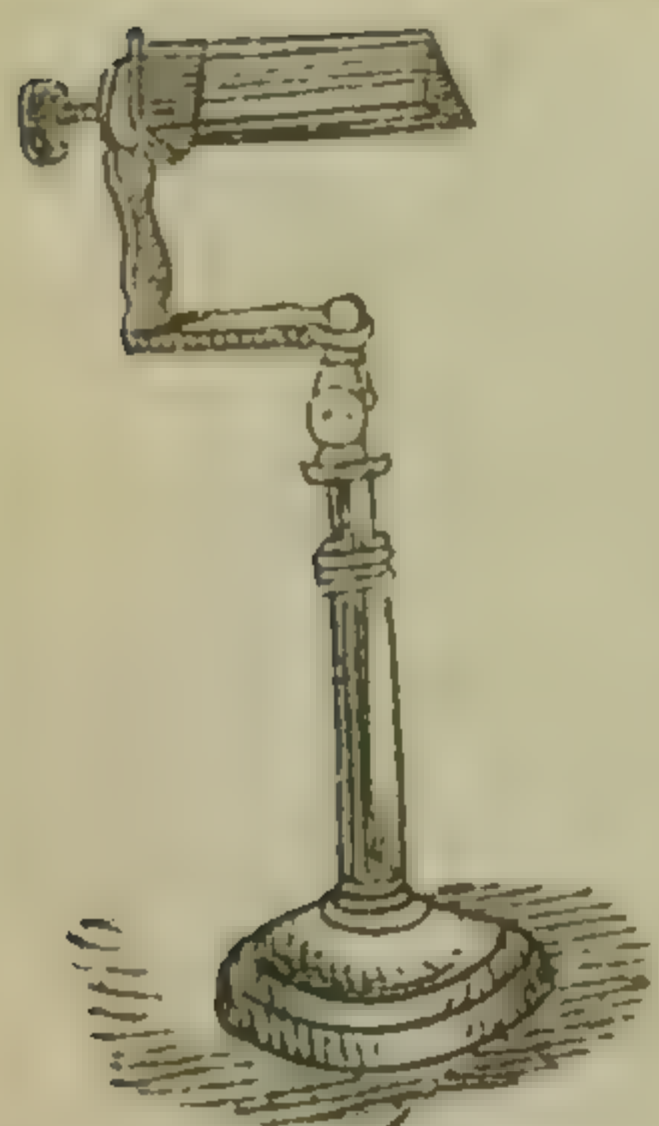


که در این صورت تصویری که از آن بدست میاید حقیقی، مستقیم و بزرگتر خواهد بود و مانند
در دوربین های نجومی بسیار اهمیت دارد (شکل ۵۲)
باید دانست که از روی قواعد و دستوراتیکه در سالهای بعد مبوطا ذکر خواهد
شد میتوان اندازه حقیقی شیئی و اندازه تصویر، فاصله کانونی، فاصله شیئی از عدسی
و غیره را استخراج کرده در آنها بحث نمود.

فصل پنجم

شمس - تجزیه نور - طیف شمس

تعریف - در اصطلاح فزیک خاصه در بحث نور هر جسم شفاف محدود بدو سطح
مستوی P و Q را که بایکدیگر تلاقی نموده و زاویه وسطی AB را تشکیل داد
بهشند شش خوانند.



سطح مقابل بخلاف الرأس

AB را که معمولاً عدتها

منشور است قاعده آن

داشته و اغلب آن را

بصورت سطح موازی با

س ۵۳

خط الرأس منشور ظاهر میازند. جسمی که بدین طریق محبوس می شود در بند ۳ از « منشور

مثلث القاعده قائم » خوانند (شکل ۵۳)

تجربه نور - چون شعاع آفتاب بر شیشه طونی (مثلاً قرمز) تابید از آن عبور کند

همزنگ شده قرمز بنظر میرسد و هرگاه این شعاع قرمز را از منفذی عبور داده

سطح منشوری دارد کنیم دیده میشود که شعاع مزبور پس از عبور از منشور بجای اینکه مستقیم

خود را پیوده در امتداد AA' بکشد سمت قاعده منشور منحرف شده است و AR

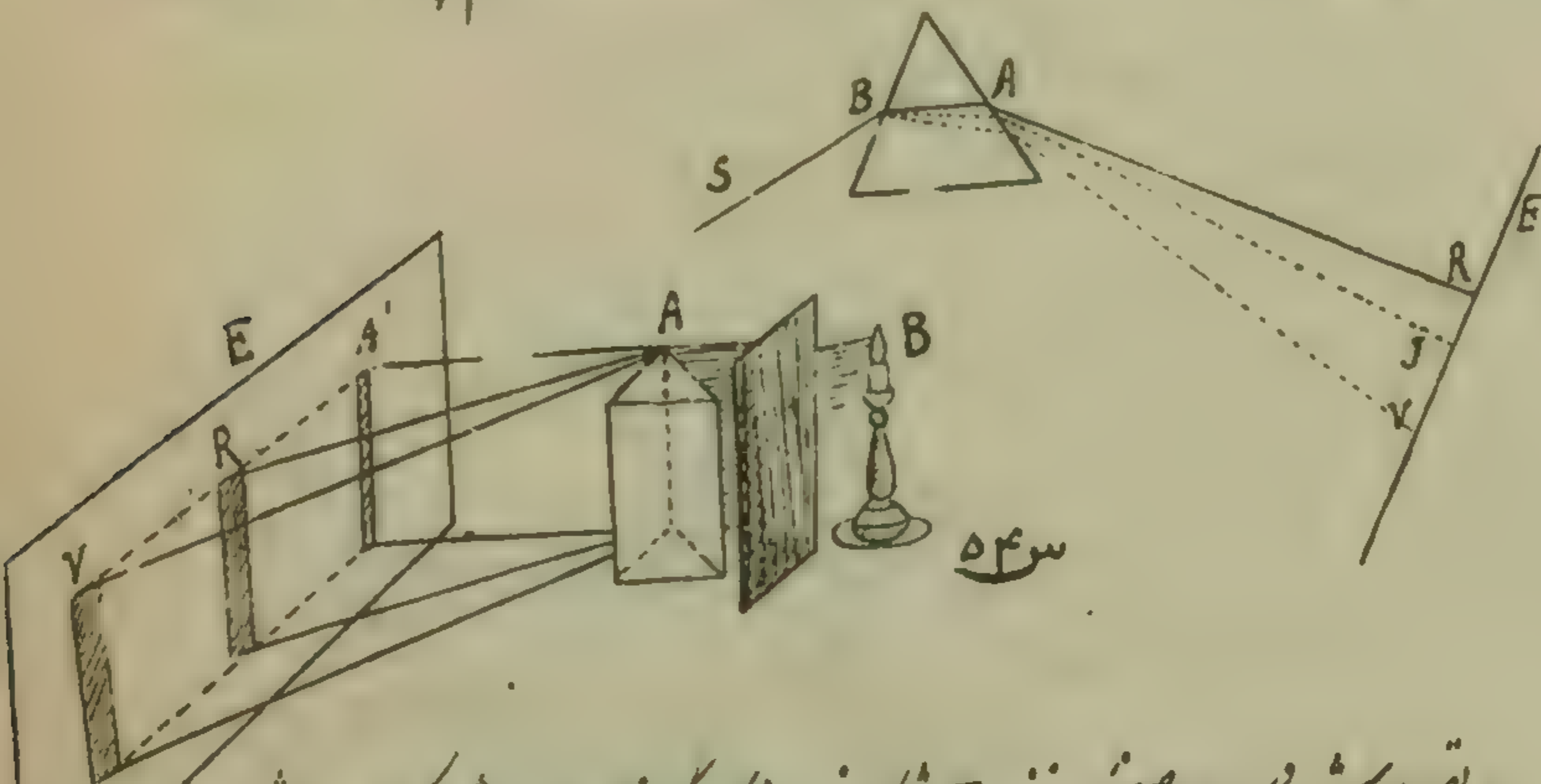
را اختیار میکند (شکل ۵۴)

و چون بجای اشعه قرمز با شعاع بنفش تجربه را تکرار کنیم ملاحظه خواهیم کرد که انحراف

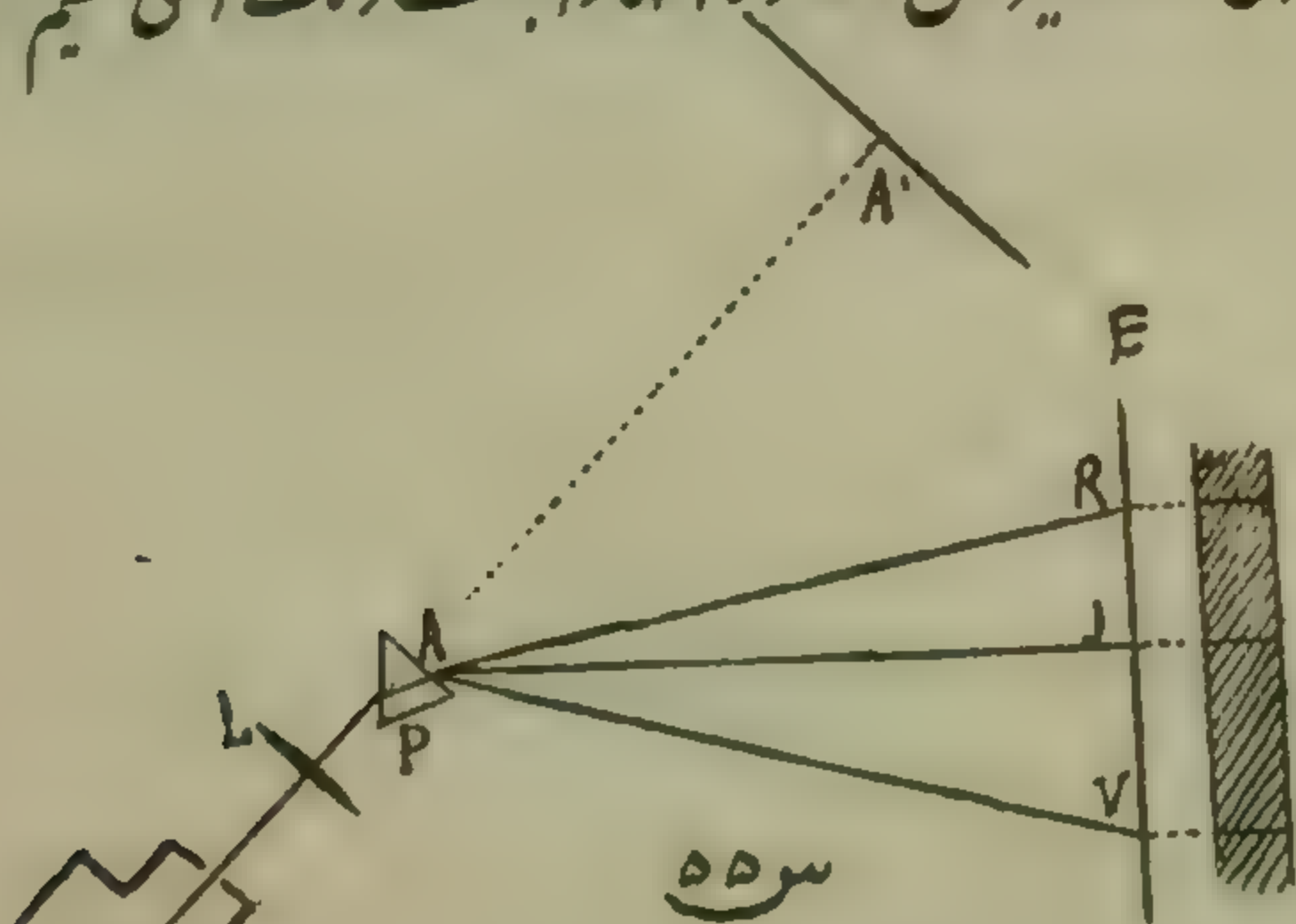
آن بیش از آنکه شعاع قرمز بوده و بعبارة اخسری زاویه $AA'V$ بزرگتر از زاویه

$AA'R$ خواهد بود (شکل ۵۴)

حالی که نور سفید آفتاب را مستقیماً بر منشور بطوری دارد که نسیم پس از عبور از آن تجزیه شود



تصویرش روی صفحه مانند E شکل نوار رنگانی ظاهر می شود که لطیف شمس موسوم است . در انتهای فوقانی طیف منبسط و در کناری تحتانی رنگ بنفش و در بین این دو اوان مختلفه چندی بظن میرسد که تیزه مشخص هر یک از آنها از دور مجاور امری است غیر ممکن و عاده آنها را بهفت رنگ اصلی تقسیم میکنند که همیشه از قرمز



شروع و بنفش خاتمه می یابد از مقدار : قرمز ، نارنجی ، زرد ، سبز ، آبی ،

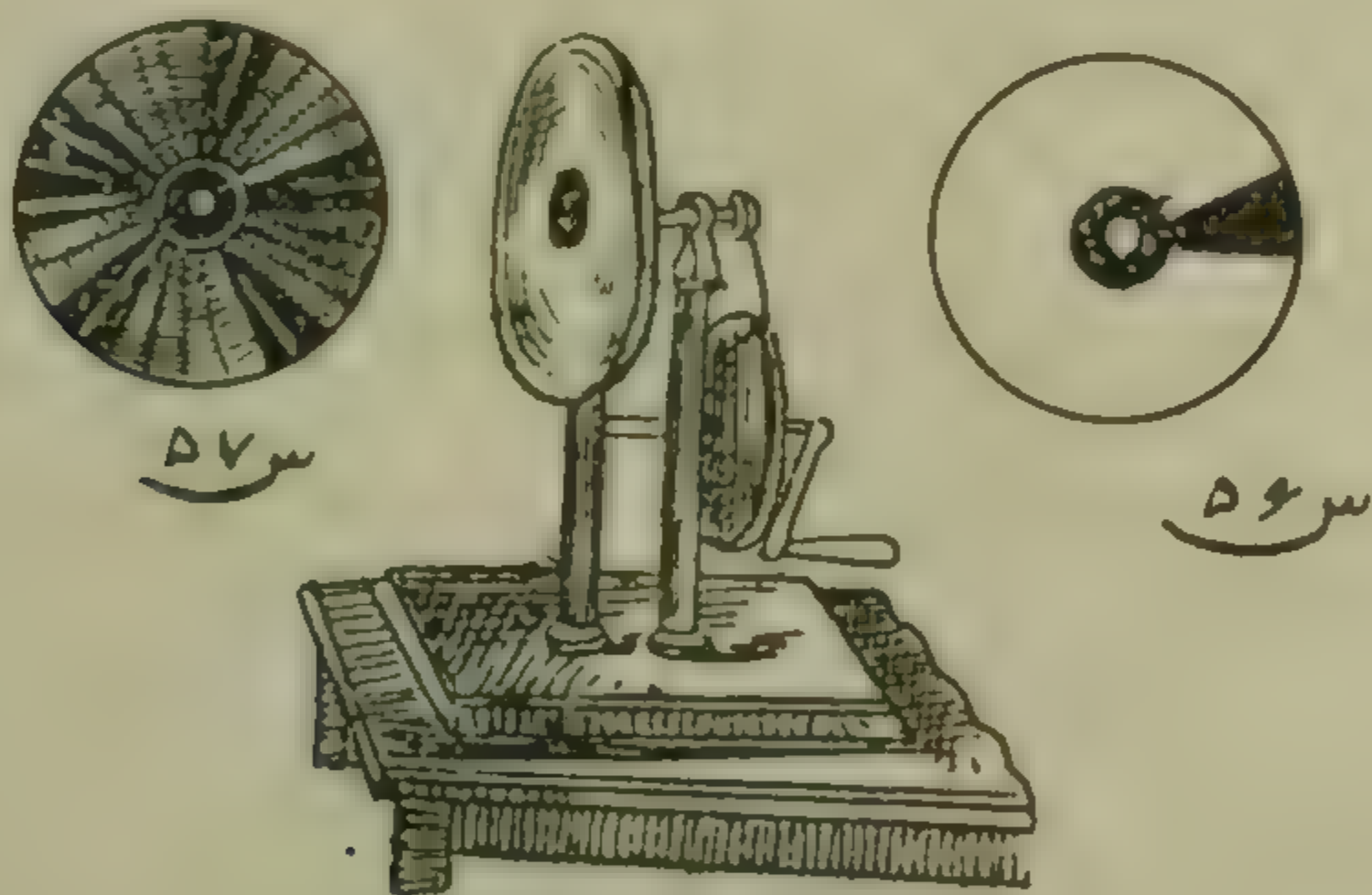
نیکی - نبش (شکل ۵۵)

نیوتن انشعاع نوری را با ملاحظه و دقت در آنکه نور سفید آفتاب بدون واسطه میگذرد
شیء متونی الوان مختلفه را بوجود آورده و ضمناً در طیف آن موقعیت لون و نبش و
درجه انحراف آنها پانست که در تجربه سابق آنگاه که بود است چنین اظهار عقیده میکند
که نور سفید اصلاً نور بسیط نیست بلکه ترکیبی است از الوان ساده که درجه انحرافشان
با یکدیگر فرق دارد و همین جهت در حین عبور از منشور از یکدیگر دور شده و سبب تجزیه
نور سفید میگردد مثلاً انکسار شعاع نبش در طیف شمس از سایر الوان بیشتر است هر چه
و هر چه از آن دور شده بقدر نزدیک تر شویم درجه انحرافشان بر تریب کم شده و
بالاخره شعاع قرمز از همه کمتر انکسار پیدا میکند

نیوتن برای اثبات نظریه خود بدو تجربه ذیل پرداخت :

اولاً یکی از اشعه ساده مثلاً قرمز را بطریقی که سابقاً مذکور داشتیم از منشوری عبور
داده و دید که جز انحراف در خط سیر آن دیگر هیچگونه تجزیه و تفکیکی در شعاع قرمز بعمل نیامد
ثانیاً الوان مختلفه طیف شمس را ترکیب کرده مجدداً نور سفیدی بدست آورد و برای
انجام این مقصود قطاع صفحه مدوری (شکل ۵۶) بر یک قرص متلون ساخته و صفحه را
با حرکت سریعی به دور میگرداند که از مرکز آن گذشته باشد میچرخانیم تمام قرص قرمز در حین

چرخیدن قرمز بنظر میرسد زیرا برای رویت اشیا لازم است که تصویر آنها را قلم
عشر ثانی در شکلیه چشم دوام داشته باشد تا بتواند آن را متأثر سازد و چون در این
سرعت صفحه بازده است که هنوز اثر تصویر اولی قطع قرمز از چشم نمونسته که تصویر
ثانی آن در شکلیه تشکیل شود لذا تمام صفحه قرمز دیده میشود حال اگر صفحه را بر طبق الوان
طیف شمس رنگین کنیم (شکل ۵۶) مطابق آنچه که گفتیم بمحکم از الوان آن نمیتوانند



به تنهایی چشم متأثر ساخته و از سایر الوان تشخیص داده شوند بنابرین باید یکدیگر را ترکیب
شده سفید بنظر میرسند و همچنین اگر الوان طیف شمس را بر عدسی محدب قرار دهیم
کانون آن لکه سفید روشنی تشکیل میشود که از مجموع تصاویر الوان ساده طیف مرکب
بوجود آمده است .

الوان مکمل - Couleurs complémentaires - متناظر این عتیده بودند

که فقط ترکیب مجموع ألوان طیف شمس بایکدیگر رنگ سفید را بوجود میآورد ولی بعد از
تحقیقات فرن هلمهولتز *Von Helmholtz* دانشمند آلمانی معلوم داشت که
هرگاه دو رنگ ساده به نسبت معینی بایکدیگر ترکیب شوند تولید رنگ سفید میشود
براین قسیده از ترکیب دو رنگ تولید رنگ سفید شود آن دو رنگ را مکمل یکدیگر
خوانند مثلاً

قرمز	!	آبی مایل سبز
نارنجی		آبی مایل زرد
زرد		آبی مایل سیلی
بنفش		زرد مایل سبز

بطوریکه از ألوان ساده طیف شمس فقط رنگ سبز را باید متشنی داشت زیرا مکمل آن
رنگ ساده نبوده بلکه ترکیبی است از قرمز و بنفش که با هم ارغوانی خوانده میشود
همچنین میتوان ألوان دیگری را از ترکیب و اختلاط رنگهای ساده بدست آورد مثلاً

بنفش و قرمز	تولید	ارغوانی میکند
زرد و بنفش	،	سرخ
سبز و بنفش	،	آبی کم رنگ

ولی باید دانست که چشم مایه تنهایی برای تیزالوان ساده مرکب و تشخیص عناصر مرکبه آنها
 کفایت نمیکند بلکه برای تجزیه و تفکیک آنها محتاج منشور میباشیم
 اما رنگ اجسام مربوط به نور است که بر آنها میتابد چنانکه اجسام شفاف بزرگ
 آنها را هستند که تمام الوان مرکبه نور سفید از آنها عبور کرده و میچکند جذب میشوند
 و بالعکس اگر نور سفید آفتاب از جسم شفاف رنگین عبور کند بعضی از الوان مرکبه آن
 جذب شده و برخی دیگر که تکمیل دسته اولند از آن عبور کرده و چشم میرسد بنا بر این
 چشم همیشه بزرگ این اشعه دیده میشود ، مثلاً از شیشه قرمز فقط شعاع ساده قرمز نور آفتاب
 میتواند عبور کند و بقیه الوان طیف شمس جذب آن میشوند .
 رنگ اجسام که در این نتیجه میشود که اجسام مزبوره تمام یا بعضی الوان مرکبه نور سفید
 را دفع یا جذب میکنند یا بمعنی که اگر جسمی مجموع الوان طیف شمس را دفع کرده
 منعکس سازد سفید نظر میرسد و چنانچه تمام آنها را جذب کند بزرگ سیاه جلوه مینماید
 و هرگاه بعضی از الوان نور سفیدی را جذب داشته و مابقی منعکس نماید جسم مزبور
 بزرگ اشعه منعکسه خواهد بود مثلاً اشیاء بزرگ آنها هستند که تمام الوان طیف شمس
 جذب کرده فقط رنگ بنفش منعکس میازند .

پس از استقرار اگر شعاع ملونی که بر جسم رنگینی میتابد از جنس اشعه باشد که آن جسم

نحوه جذب میکنند جسم مزبور بزرگ سیاه جلوه خواهد کرد مثلاً هرگاه اشیاء بزرگ
در معرض تابش اشعه قرمز قرار گیرند سیاه بنظر میرسند و بالعکس و همچنین اگر دو قطعه
شیء قرمز در برابر دیهم بگذاریم مجموعشان رنگ سیاهی بنحو دیگر درو نیز اگر از عقب
شیء قرمز رنگی اشیاء خارج را تماشا کنیم اشیاء قرمز و سفید تر مزید شود سایرین
سیاه جلوه میکنند.

و ضمناً باید در نظر داشت که نسبت اوان ساده که نور آفتاب، مثل چراغ، شمع،
اشعه الکتریکی را ترکیب میکنند یکی بود و بهین جهت رنگ اشیاء بر حسب آنکه در مقابل
نور آفتاب یا در معرض روشنایی چراغ و غیره قرار گیرند فرق میکند.

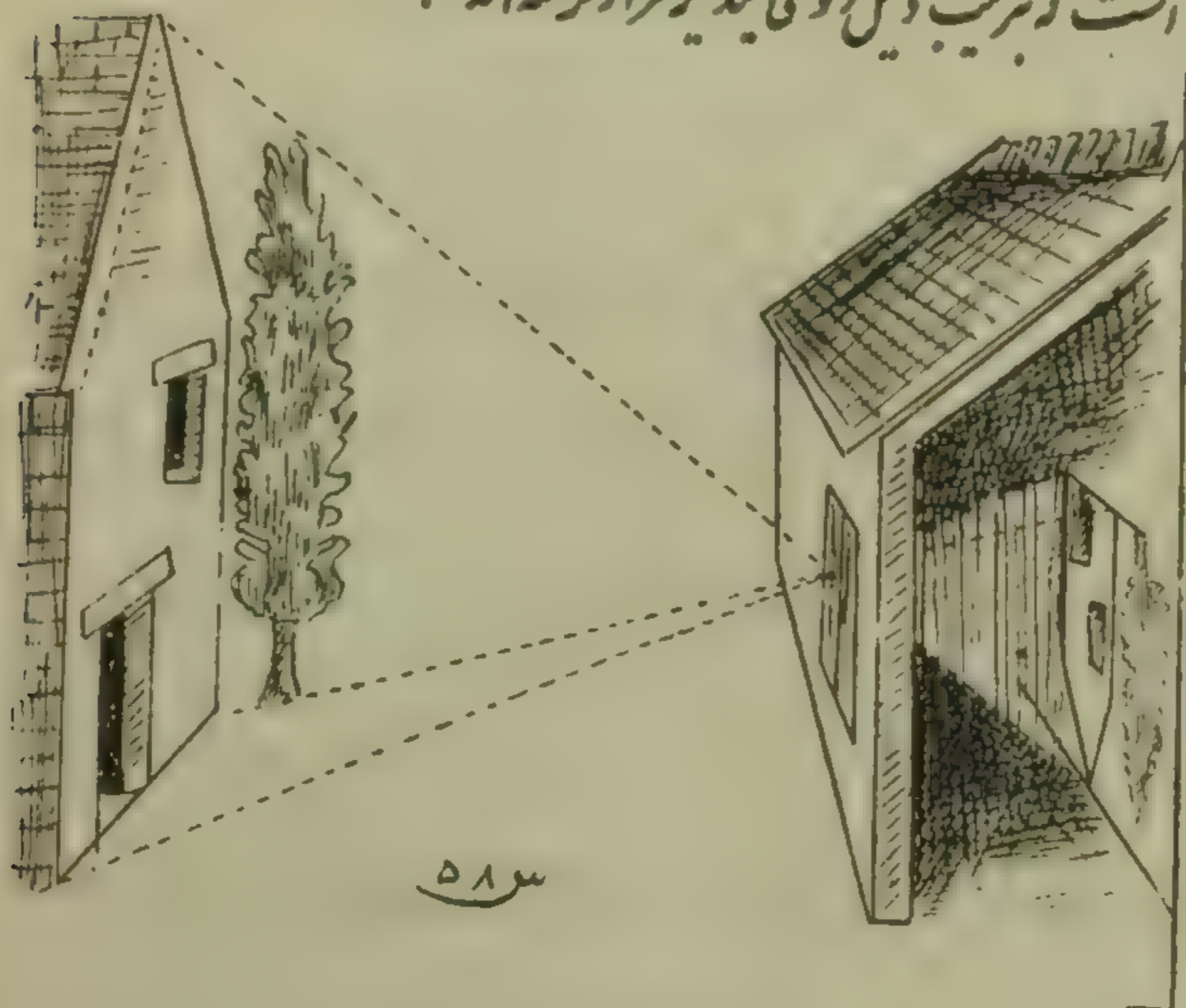
فصل ششم

چشم - ایضاً

چون دسته از اشعه نور از منفذ بسیار کوچکی دارد اطاق تاریکی شوند در دیوار مقابل
لکه روشنی را بوجود آورده و اگر جسمی مانند ABC در مقابل منفذ مزبور واقع
باشد تصویر معکوس آن $A'B'C'$ بدست میآید (شکل ۵۸)

چشم انسان هم بمنزله اطاق تاریکی است که دیوار بسیار کوچک اشیاء خارجی

در جدار خلفی آن تشکیل شده و پسینه اعصاب باصره در آن میشوند جدا چشم مرکب از سه غشاء است که برتب ذیل روی یکدیگر قرار گرفته اند :



۱- غشاء خارجی که باسم صلبیه Sclerotique خوانده میشود و آن

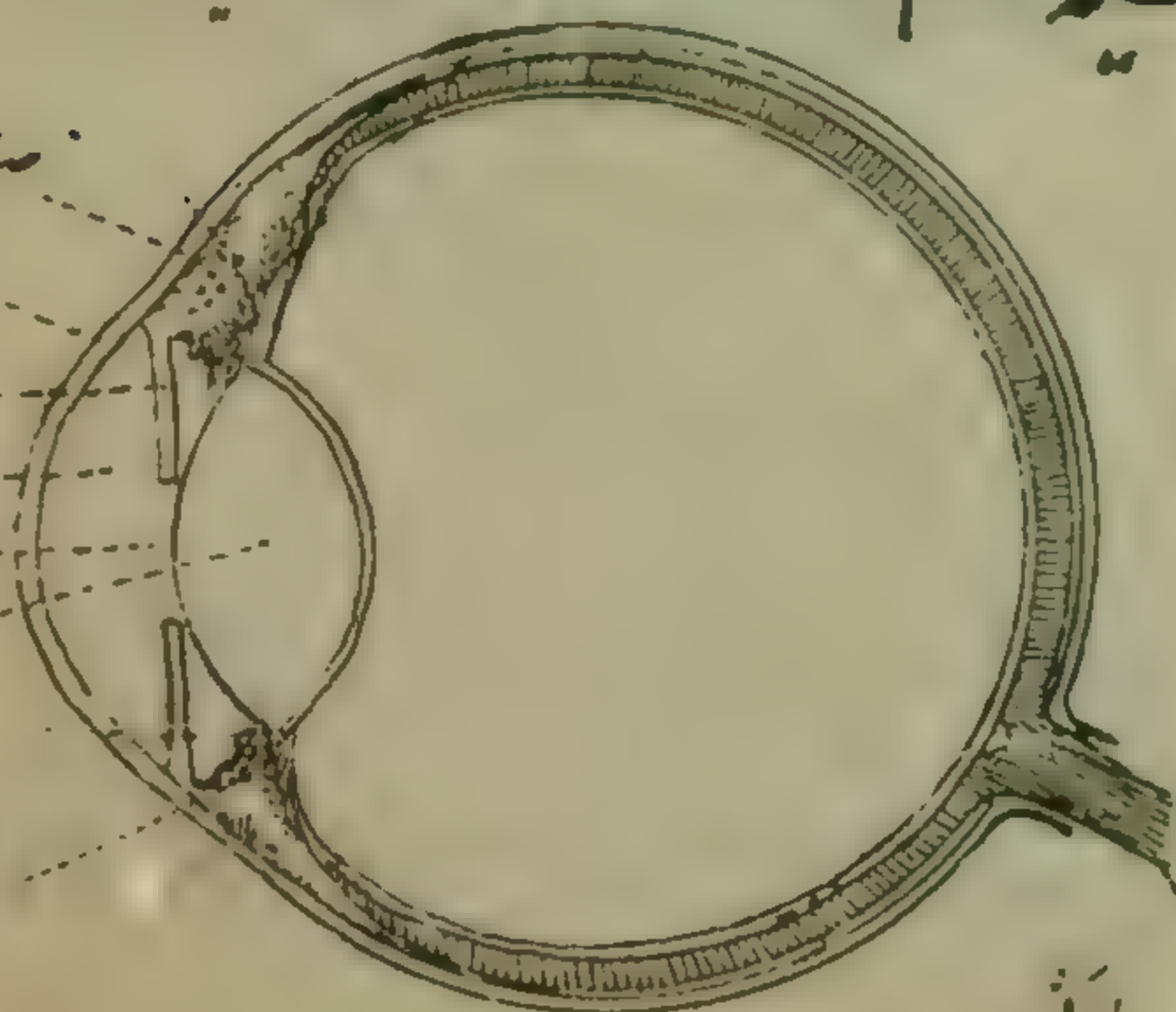
عبارت از غشائی است

سفید رنگ که تا اندازه ضلالت

داشته و نور آن عبور نمیکند

(در اصطلاح عامه آن را سفیدی

چشم گویند) غشاء مزبور در غصب یا مشرق



قدام خود شفاف شد و به قرینه *Cornie transparente* موسوم است

۲- غشاء وسطی یا شبکیه *Choroide* که از عیانات غرق و منوی چشم در آن

زیاد است. (شکل ۵۹)

۳- غشاء داخلی یا شبکیه *Rétine* که از مجموع اعصاب باصره بوجود آمده

است با منبغی که رشته اعصاب مزبور که از مغز نیاید توسط سوراخی که در عقب چشم

است داخل در آن شده در قسمت خلفی منبسط شده جدا از حنا سر چشم را تشکیل

میدهد.

در قسمت خلفی قرینه عدسی محسوس قرار دارد موسوم به *Cristallin*

که فضای داخل چشم را به دو قسمت نامساوی تقسیم میکند: فضای قدامی منو

از مابقی است موسوم به *Humour aqueux* و قسمت خلفی

ممتلئ از مایع دیگری است که درجه انکار نور در آن بیشتر بوده و مایع زجاجیه که

Humour vitreux موسوم است.

در فاصله بین قرینه و عدسیه پردۀ موسوم به *Reticule* و دارای

سوراخی است که نور از آنجا عبور کرده وارد چشم میشود و در آن مزبور در حبابی

یا زبادی نور کوچک و بزرگ شده و بزرگ چشم *Pupille* موسوم است

(شکل ۵۹)

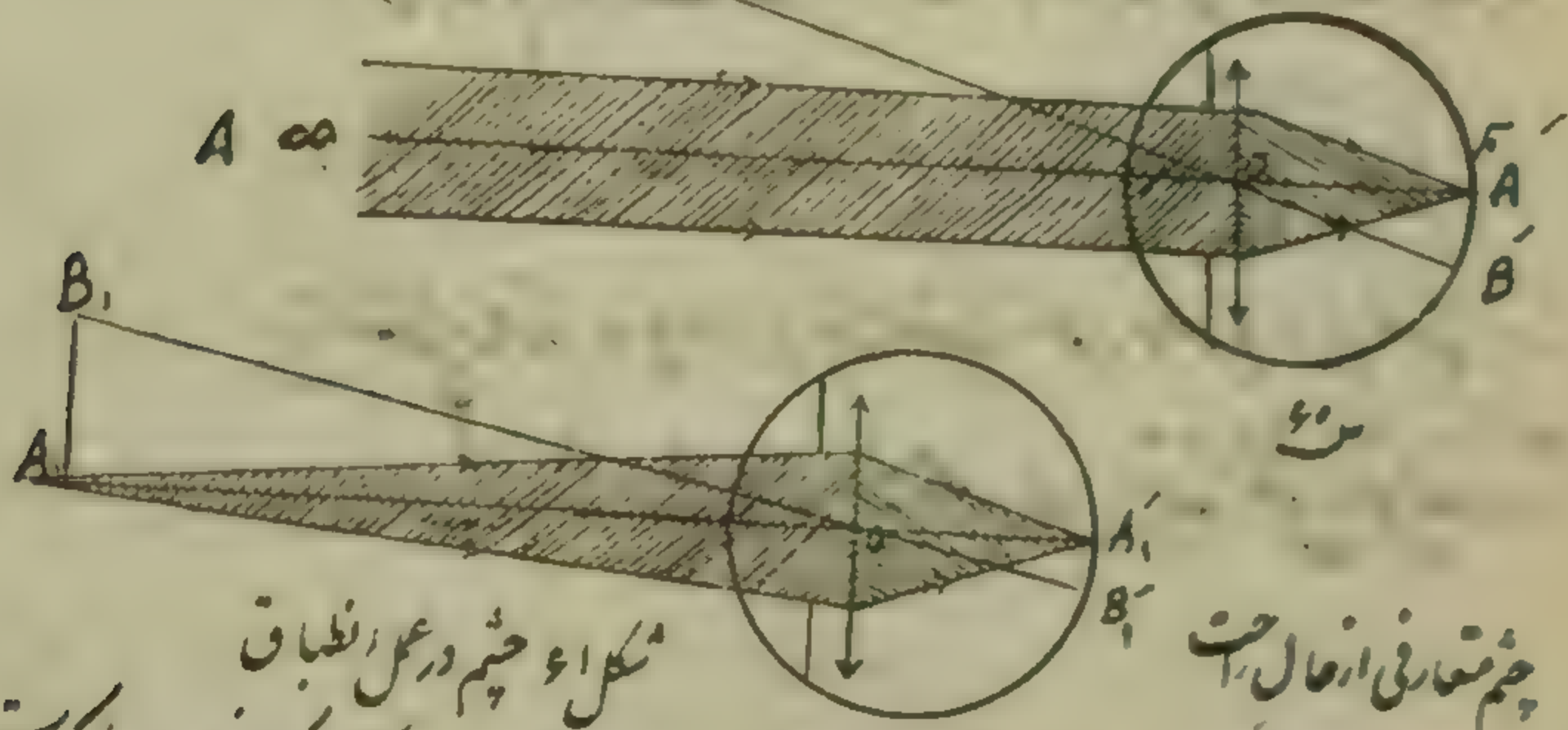
کیفیت ویت اجسام - سابقاً گفتیم که اصحاب با صراحت از منظر آمده و در تمام
جدار خلعی منبسط شده ، تکثیر صفوح حاسی را میدهند

بنابر این برای مری شدن اجسام لازمست تصاویر آنها که توسط عدسی محدب چشم یا
علیه بوجود میآید در روی صفحه مرنور احداث شود تا اصحاب حسیه متأثر شده ،
تأثرات خود را بدماغ منتقل سازند ولی برای اینکه اشیاء بطور وضوح مری گشته
کاملاً تشخیص داده شوند لازمست که تصویرشان در نقطه مخصوصی از شبکیه تکثیر شود که با کم
نقطه زرد

خوانده میشود و هرگاه در نقاط مجاور آن تصویر تکثیر شود اشیاء بطور خوبی تمیز
داده میشوند . همچنین متذکر شدیم که در عقب عنبیه جلبدیه قرص از ادوات عبارتست
از عدسی محدب است که انحنا سطح خلعی آن از انحنا سطح قدیمی بیشتر است بنا
بر این تصاویر حقیقی ، معکوس و کوچکتر از جسم در سطح کانونی چشم که در چشمهای سالم
بر شبکیه منطبق است تکثیر میشود ولی باید دانست که همیشه فاصله تصاویر آنها بیشتر
بعدسی ثابت نموده کم و زیاد میشود ، پس اگر تحدب عدسی بزرگتر باشد تأثیر
و تغییر در آن داده نمیشد لازم میآید که فقط تصاویر اشیائی که در فاصله معینی از

اشیاء از جسم یک اندازه ثابت بود و بزرگتر یا کوچکتر از آن نبود

چشم قرار دارند در روی شبکیه تشکیل شده مری شوند چشم زدین سایر اشیاء
محروم میمانند . برای رفع این محذور عدسی چشم بواسطه عضلاتی چند که بدان متصل
اند سطح آنرا خود را تغییر داده از این و کانون آن نزدیک یا دور میشود مثلاً در موقع
دیدن اشیاء دور مثل ماه و ستارگان آنچه که فاصلی اش بیش از ۵ متر باشد



شکل ۱ چشم در عمل انطباق

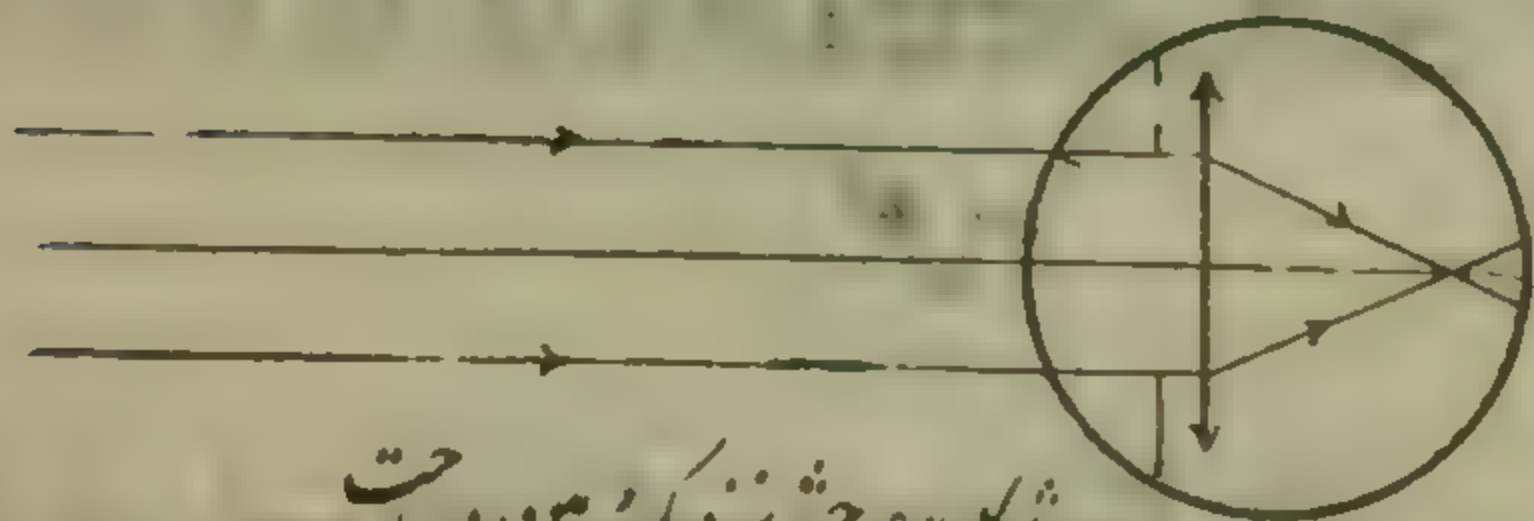
چشم متعارفی از حال است

عدسی چشم بحال طبیعی بوده و تصاویر اشیاء در سطح کانونی آن که منطبق بر شبکیه است
تکثیر میشود ولی در همین حال تصاویر اشیائی که در فاصله نزدیک واقع شده اند در نظر
کانون یا شبکیه تشکیل شده مری نخواهند شد لذا برای رویت اشیاء نزدیک
عدسی چشم بر حسب دوری و نزدیکی اشیاء کم و بیش از تحدب خود کاسته
و باینوسیله کانونی کمتر شده و تصویر اشیاء باز در روی شبکیه تشکیل

میشود .
این عمل یعنی زدیا و نقصان تحدب جلبدیه برای رویت اشیاء دور یا نزدیک انطباق

و بفرانه Accommodation گویند.
ولی باید دانست که انطباق جلدیه تا درجه محدود است بطوریکه چشمهای بی عیب هم
اشیائی را که در فاصله بسیار دور و یا خیلی نزدیک است (کمتر از ده سانتیمتر) واقع باشند
کاملاً تمیز نمیدهند.

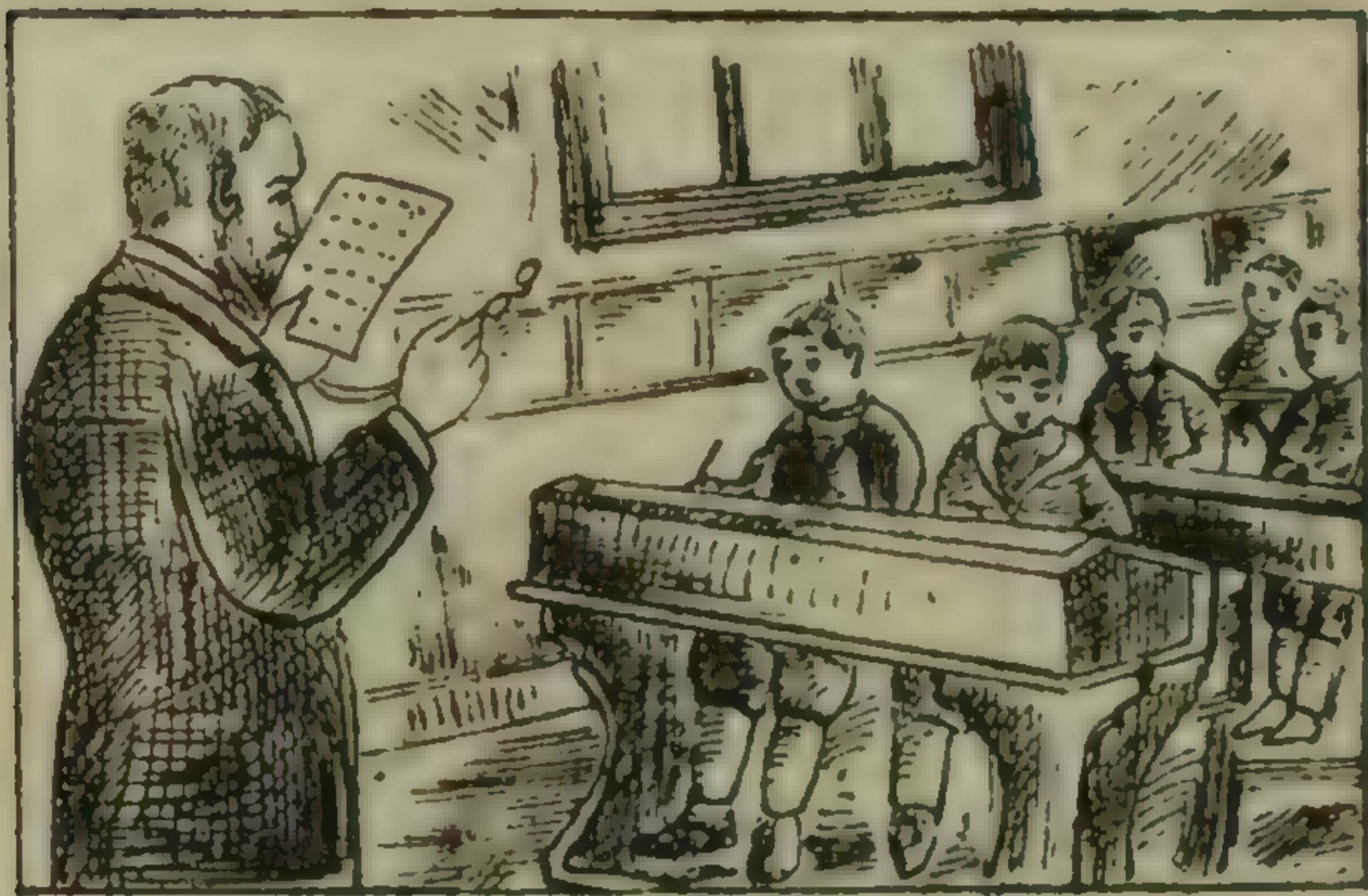
امراض معارفی چشم
نزدیک بینی - Myopie گفتیم که چشم را میتوان بهر آن قدری
محدوبی دانست که در موقع رویت اشیاء دور تصویر اجسام در سطح کانونی آن که
در چشمهای سالم بر شبکیه منطبق است تشکیل شده و اعصاب با صره را متاثر میازد ولی
در بعضی اشخاص علت تحدب زیاد (غیر طبیعی) جلدیه کانون آن جلوتر از شبکیه
واقع شده و با نتیجه تصویر اجسام می که در فاصله دوری قرار دارند در روی شبکیه
تشکیل نشده و اشیاء بطور واضح مرئی نمیشوند (شکل ۶۳)



شکل ۶۳ چشم نزدیک بین در حالت

و چنانچه فاصله اشیاء نسبت به چشم کم شده و بان نزدیکتر شوند تصویرشان از عدسی

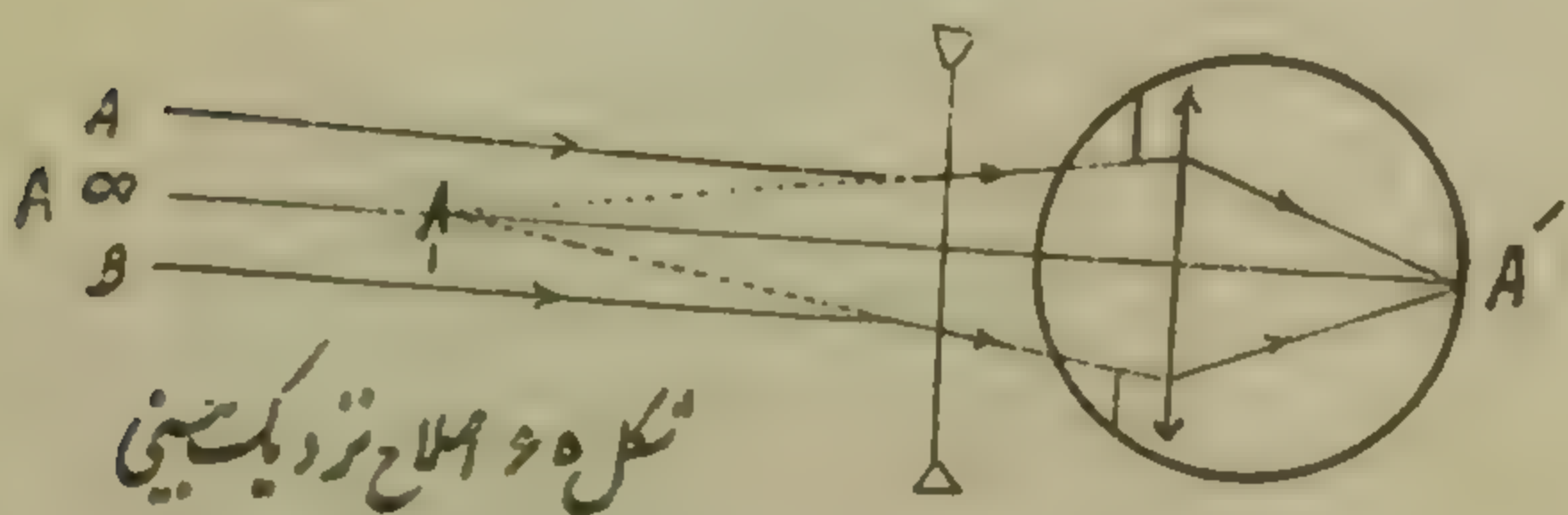
صورتی که نزدیکتر میگردد تا بالا خسته بر آن منطبق گشته در صورت احسا
 ظهور بطور واضح دیده میشود . این اشخاص از نزدیک بین گویند زیرا از دور اشیا
 را نمی بینند و اقیرزاده در موقع رویت اشیا از نزدیک هم بیشتر از حد معمول آنها را بحکم
 بزرگ می بینند و اشخاص نزدیک بین چون بچگونه زحمت و مشقتی
 از فاصله ۱۰ تا ۱۲ سانتیمتر تشخیص میدهند در صورتیکه چشم سالم بزرگتر میتواند فاصله
 کمتر از ۳ الی ۲۰ سانتیمتر را تمیز دهد .



شکل ۵۰

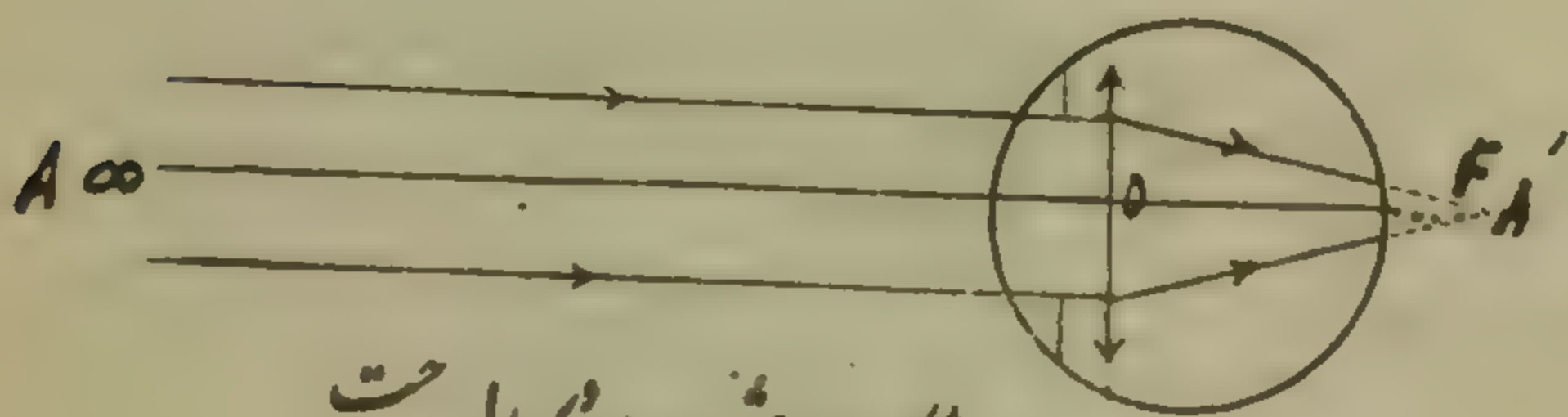
برای رفع این عیب و بعبارة اخسری برای اینکه اشخاص نزدیک بین هم بتوانند
 از فاصله دوری اشیا را تمیز دهند فنیک های مقرر استعمال میکنند

تا با یوسیل از تحب یا چشم جبران شده تصویر اشیا در روی شبکیه تشکیل شود
مثلاً اشعه جسم AB که از عدسی مقعر و جلیدیه عبور میکنند در روی شبکیه تلاقی کرده
و با هیئت جسم منبسط و واضح مری خواهد شد (شکل ۶۵)



شکل ۶۵ ملاح نزدیک بینی

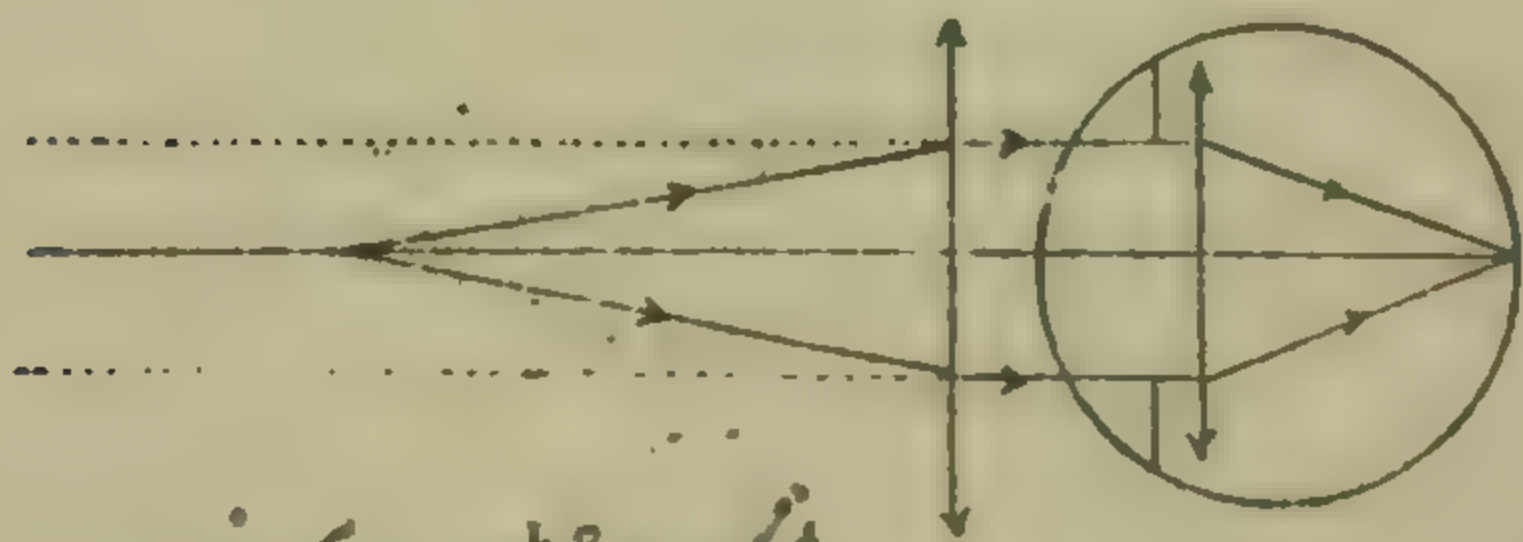
دور بینی *Hypermetropie* - در اینجا بعکس آنچه که در فوق مذکور
شد تحب عدسی کمتر بوده و فاصله کانونی آن زیاد است بنابراین تصویر
اشیا در سطح کانونی آن که در عقب شبکیه است تشکیل میشود (شکل ۶۶)



شکل ۶۶ چشم دور بین حالت

و بدیهی است که هر چه بیشتر اشیا بحجم نزدیک شوند تصاویر آنها از شبکیه دورترند
مخوب نظر میشوند و بالعکس هر قدر که فاصله اجسام از چشم رو به ترایدند تصاویر آنها

بعدی نزدیکتر شده بالاخره بر شبکه منطبق میگردد
 برای رفع این عیب باید عدسک محدب استعمال نمود تا بدین طریق کانون چشم در روی
 شبکه واقع شود (شکل ۷۰)



شکل ۷۰ اصطلاح دوربینی

Presbytie - در اشخاص مسن و پیر مردان قوه تقبیل کفایت و کبر
 بن از قوه عضلات چشم کاسته شده و جلیدیه نمیتواند آنطور که باید در موقع لزوم
 تحدب خود را نسازد و یا بعبارة آخری شعاع انحناء خود را کم نماید بنائین تمیز و
 تشخیص اشیاء نزدیک از عهد آنها خارج است و چنانکه همه میدانیم پیر مردان
 در موقع خواندن کتاب یا آن رهشیر از حد معمول (در حدود ۸۰ سانتیمتر) دو
 از چشم نگاه میدارند.

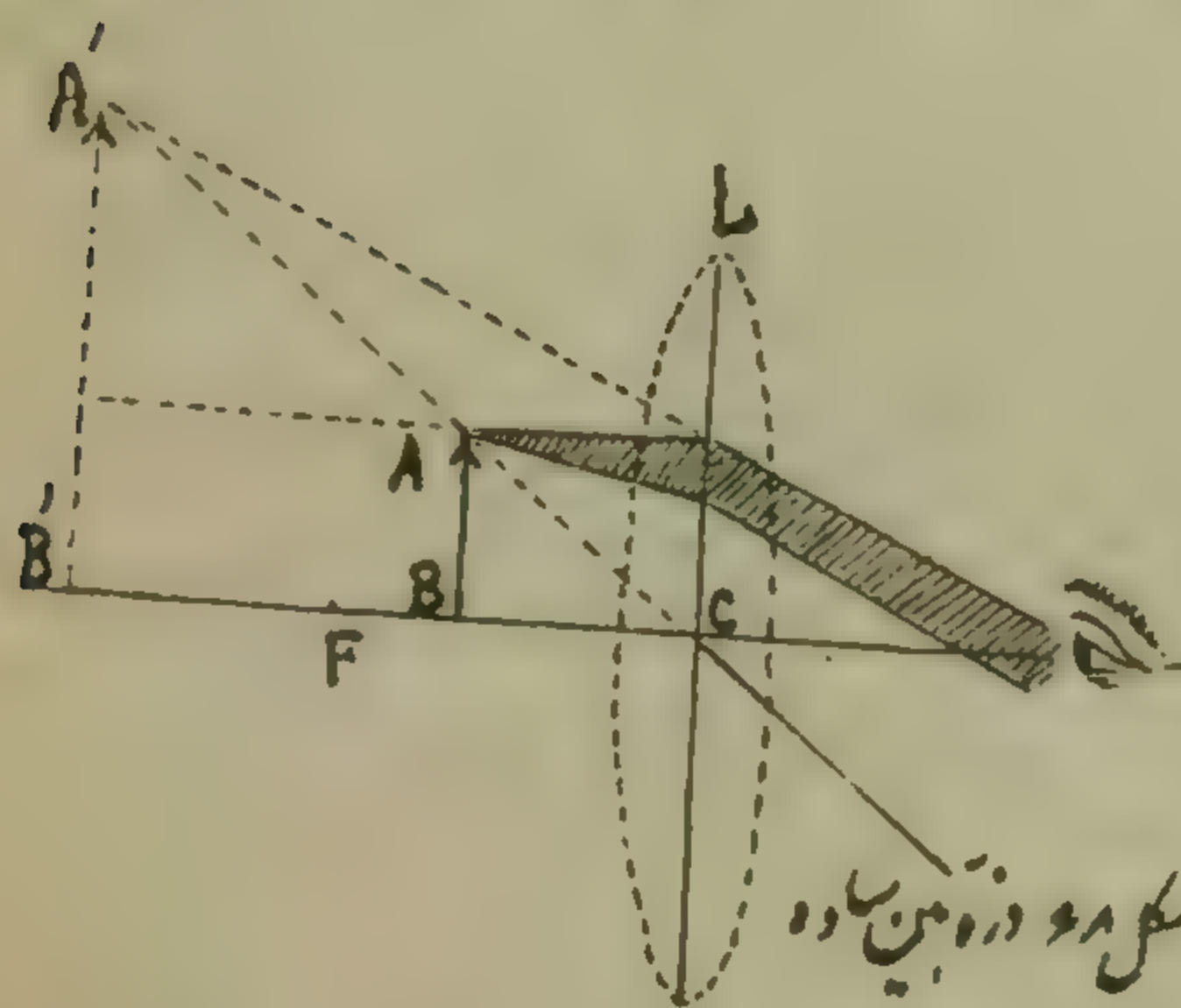
برای رفع این عیب نیز باید عدسک محدب بکار برد

فصل هفتم

ذره بین ساده (Loupe)

عبارت از عدسی محدب است که فاصله کانونی آن بیش از چند سانتیمتر نبوده و برای بزرگ نمایاندن اشیاء بکار میرود و با منبسی که چون شیئی بین ذره بین و کانون آن قرار داده شود بروقی آنچه که قبل (صفحه ۵۲) مذکور شد تصویرش

مجازی، مستقیم و بزرگتر از خود جسم خواهد بود مثلاً تصویر AB در ذره بین L عبارت از $A'B'$ است که مجازی، مستقیم و بزرگتر از شیئی



در موقع قرائت کتابی که

ذره بین را طوری نگه داریم

که خطوط کتاب بین عدسی

و کانونش واقع شود

شکل دو ذره بین ساده

خطوط مزبور بسیار درشت بنظر میرسند و بدیهی است که برای انجام این مقصود باید

آنقدر ذره بین را جلو و عقب برد تا اینکه شیئی در فاصله کانونی عدسی قرار

گرفته تصویر بسیار درشت آن نمایان شود و عمل را میسر آن کردن ذره بین گویند
ساعت سازان برای اینکه هیچ دهره های بسیار زیر ساعت را ببینند ذره بینی
در مقابل چشم خود قرار میدهند .

چنانکه دیدیم شرط اصلی رویت اجمام است که تصاویرشان در روی شبکیه چشم تشکیل شود تا با نظر
اعصاب با صرته شود و تا اثرات خود را به دماغ منتقل سازند
کسیت تا اثر اعصاب بر بوزان آثار نورانی و انتقال آن بر اگر معینه دماغ هنوز مورد بحث
ولی خبر که فضا دستن آن برای لازمست اینکه تحفین جزییات و دقائق اشیا مربوط به بزرگی
و کوچکی تصویرشان که در روی شبکیه تشکیل میشود با معنی که هر اندازه تصویر جسم در روی شبکیه بزرگتر
باشد جزییات آن بهتر مری میشود و بدیهی است که بزرگی تصویر نیز تا اندازه مربوط با عاظم
و فاصله آن از چشم میباشد یعنی که هر قدر اشیا بچشم نزدیک تر شوند حد وقت شان یاز
شده بطور واضح مری میشوند ولی باید دانست که این فاصله دارای حدی است که اگر از آن
تجاوز نماید اشیا بطور مبهم دیده میشوند

بمولا در چشمهای سالم اقصر فاصله رویت که در آن با نهایت وضوح میتوان اشیا را تمیز
داد ۲۰ الی ۲۵ سانتیمتر است پس برای اینکه با ذره بینی بتوان اشیا را درشت
نمایاند لازمست که تصویر آنها در بین فاصله بی نهایت دور و اقصر فاصله رویت
تشکیل شود

(عینک)

بمانطور که قبلاً ذکر شد برای اینکه اشخاص نزدیک بین بتوانند اشیاء دور را
با کمال سهولت تشخیص دهند و یا عبارتاً چشمی تصاویر اجسامی که در فواصل بعیده
قرار دارند درست در روی شبکیه چشم تشکیل شود لازمست که عینکهای مقعر بکار برند
تا باین وسیله سطح کانونی چشم و بالنتیجه تصاویر اشیاء دور در روی شبکیه تشکیل
موجب تأثر اعصاب باصره گردد .

اشخاص دور بین عینکهای محدب استعمال میکنند زیرا با این طریق از فاصله کانونی
چشم کاسته شده تصاویر اشیاء نزدیک بر شبکیه منطبق میشود .
عینکهای دیگری نیز در طب معمول است که در امراض مختلفه چشم مورد استعمال است
و ما از شرح مبوط آنها در اینجا خودداری میکنیم .

درجات دور بینی نزدیکانی چشم اشخاص مختلف است و بهین جهت عینکائی که برای
اصلاح چشم معمول میدارند فسر ق میکنند پس برای انتخاب نمره عینکی که موافق
با چشم باشد باید بحال رجوع نمود و هرگز نباید پیش خود بدون تجویز طبیب متخص
ص عینک بکار برد .

میکروسکوپ یا ذره بین مرکب

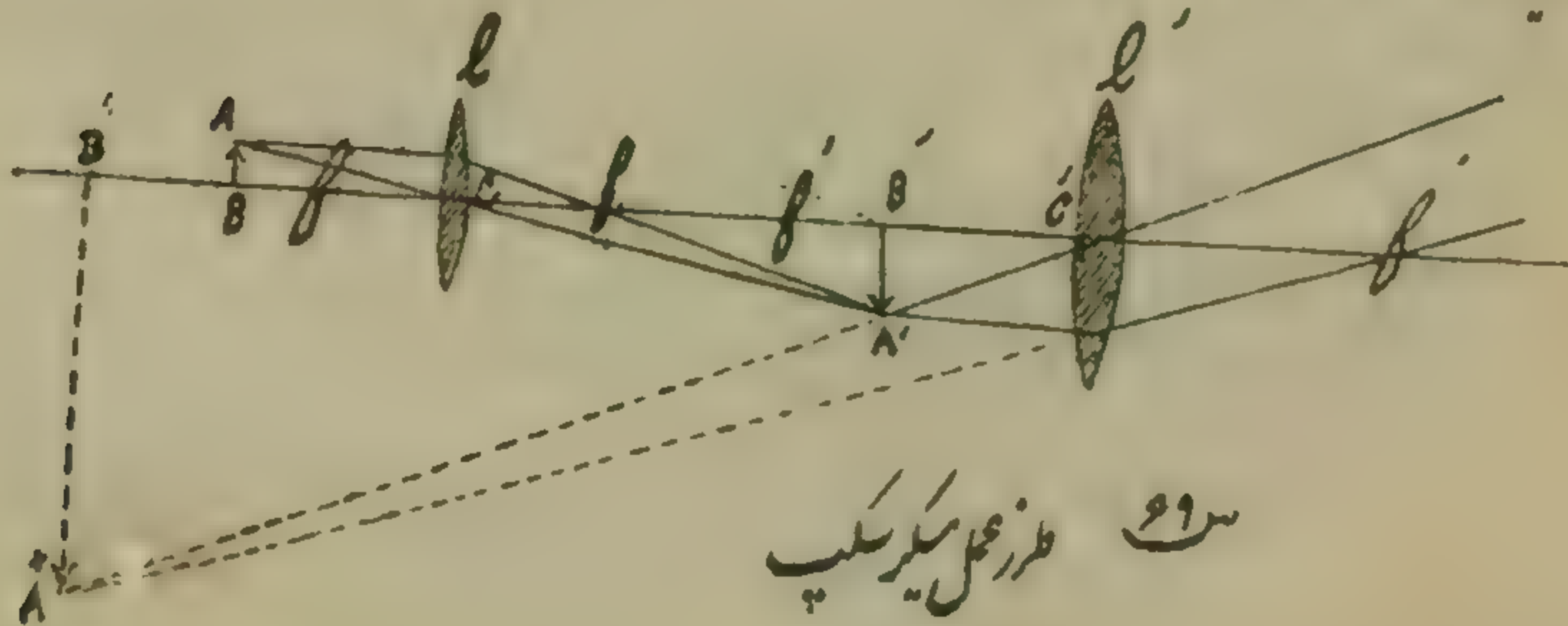
میکروسکوپ آلتی است که برای درشت نمایان کردن اجسام بسیار کوچکی که با چشم بدون
اسباب دیده نمیشوند بکار میرود. اساس آن عبارت از آنست که ابتدا عدسی محدب

در مقابل جسم مزبور قرار داده تصویر حقیقی و بزرگتر از آن را بدست میآوریم،
پس این تصویر را بوسیله ذره بین ساده که قبلاً شرح آن پرداختیم بدفعات بزرگ
مزدور و دیت میکنیم. پس از استقرار هر میکروسکوپ دارای دو قسم عدسی است

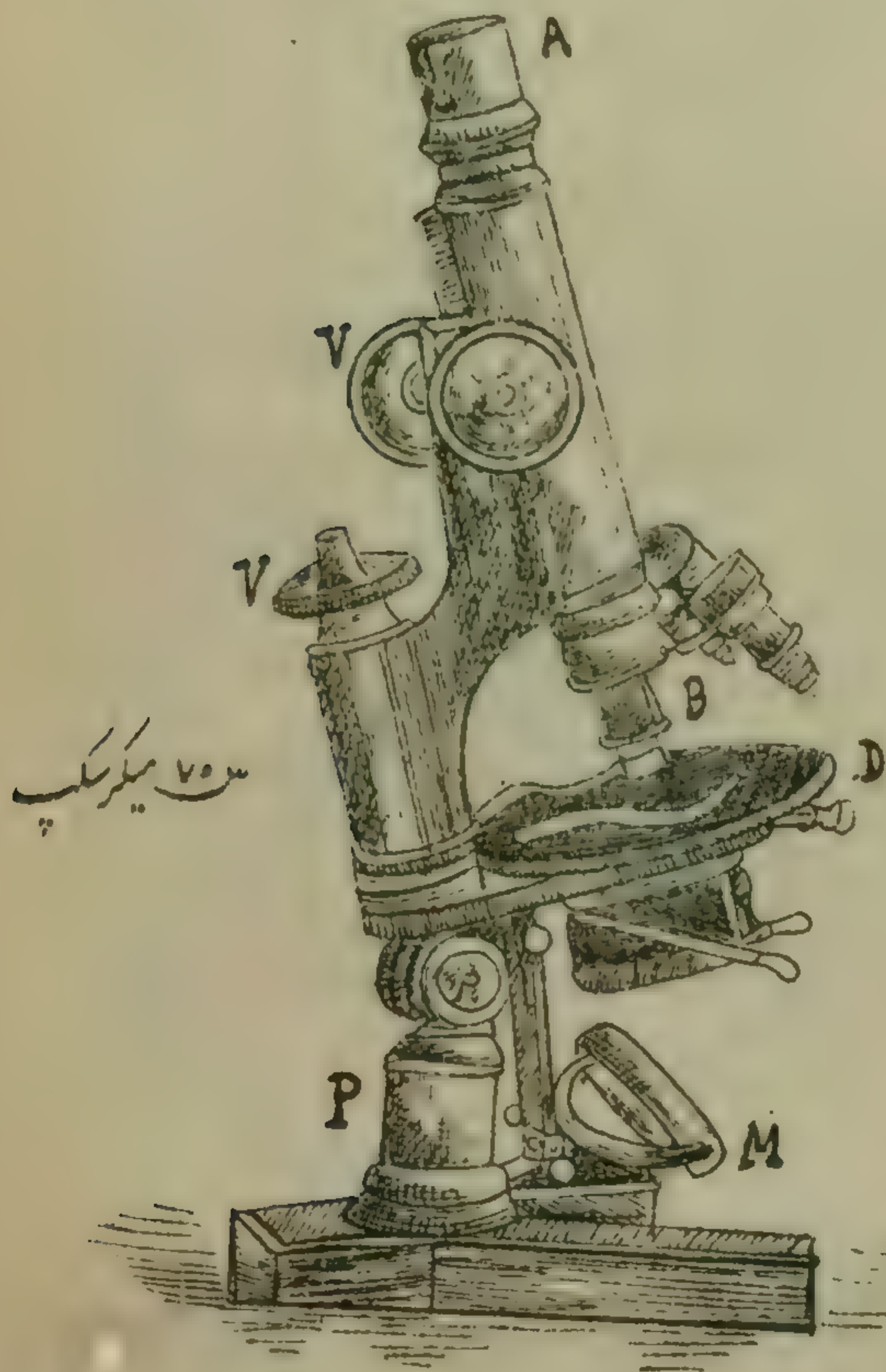
اولایک عدسی (یا مجموعه از عدسیهای محدب) که بقاصد کمی از جسم واقع شده
و تصویر حقیقی، معکوس و بزرگتر از آن را تشکیل میدهد ثانیاً عدسی محدب (یا مجموعه
از عدسیهای محدب) دیگری که نسبت به تصویر مزبور بمنزله ذره بین ساده است
که تصویر مجازی، مستقیم و بزرگتری از آن تصویر را احداث میکند

عدسی محدب را که مجاور شیئی جاداء و *Objectif* و آنکه در مقابل چشم قرار

میکرد *Oculaire* خوانند



فرغی که جسم بسیار کوچک AB در مقابل $Objectif$ و فاصله کمی از کانون
آن قرار گرفته باشد بروی آنچه که قبلاً گفته شد (مثل و عدد) این عدسی تصویر
معکوس و بزرگ $A'B'$ را احداث میکند که در فاصله کانونی f'



سره میکروسکپ

نکته شده توسط عدسی که تصویر مجازی، مستقیم و برابر بزرگتری از آن می‌اند

AB در دیت میشود .

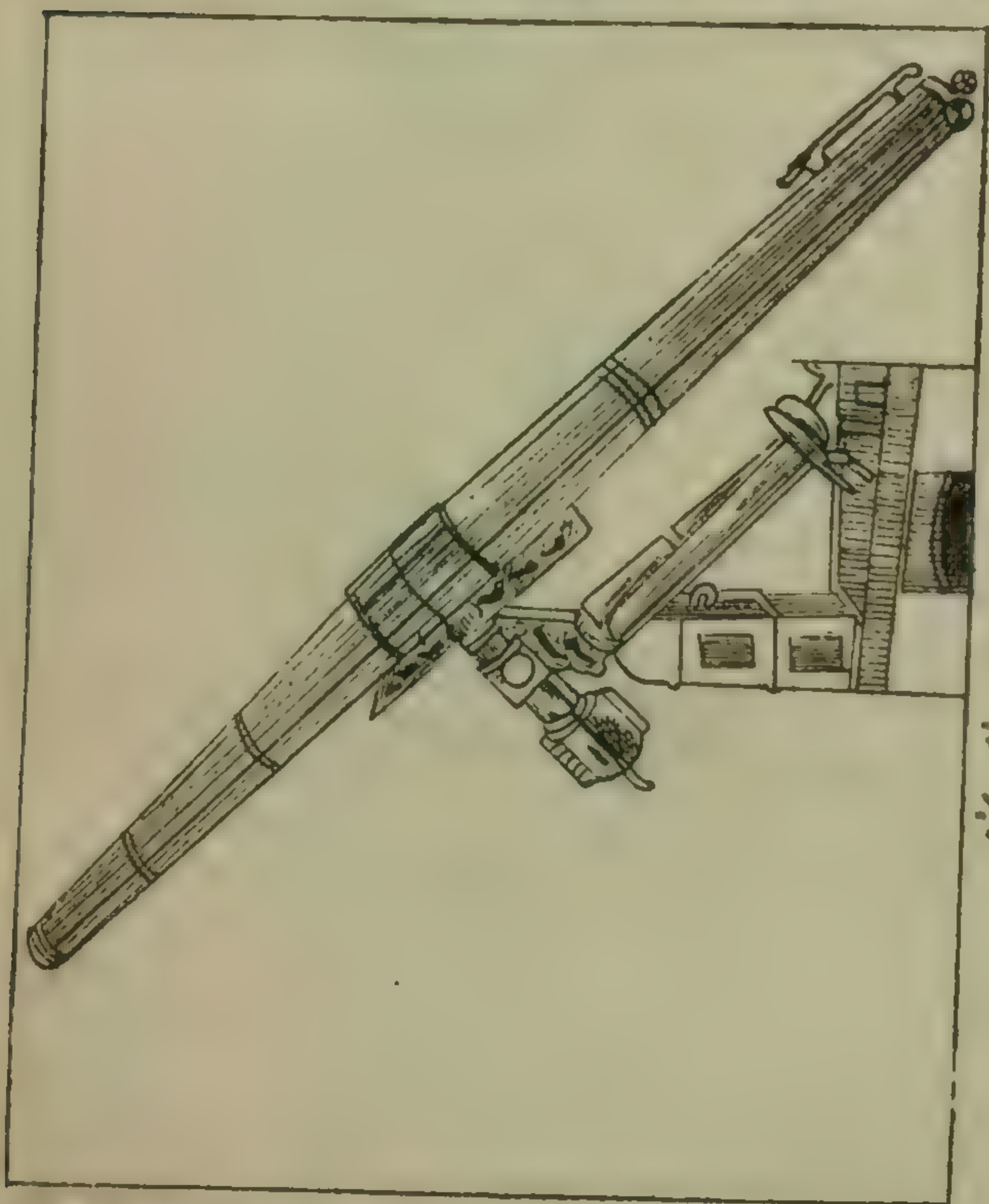
شکل (۷۰)، میکروسکوپ را نمایش میدهد که معمولاً در لابراتوارها مورد استعمال دارد. هر یک از دو عدسی تصویر Objective و در دیت Eyepiece آن در دو انتهای لوله برنجی AB که عموماً بطول ۲۰ الی ۲۵ سانتیمتر ساخته میشود جا گرفته اند. لوله مزبور وصل به پایه است مانند P که بوسیله لولائی در حول پایه P متحرک بوده و بطور دایره‌ای میتوان تمایل آن را کم و زیاد کرد .

شیئی که منظور در دیت است در روی صفحه نازک شیشه قرار داده و آن را در روی تئینه فلزی D که بجای شئی Objective موسوم است نصب میکنند . صفحه حامل شئی دارای سوراخی است که در امتداد محور لوله AB واقع شده است ، قدری پایین تر از آن آینه مقعر M تعبیه شده است که اشعه نورانی را از سوراخ مزبور به سمت شئی منعکس کرده و آن را روشن می‌اندازد . میزان کردن اسباب به توسط چرخ V صورت میگیرد و همچنین که چون چرخ مزبور را اندکی بچرخانیم لوله AB بطور محسوس بالا و پایین رفته فاصله آن نسبت به شئی تغییر میکند ولی در همه حال فاصله دو عدسی تصویر Objective و در دیت Eyepiece نسبت یکدیگر ثابت مانده و بهیچ وجه تغییر نمی‌کند ولی اگر گاهی هم خواسته باشیم میتوانیم فاصله آن دو و بنا بر این فاصله دو کانونشان نسبت یکدیگر تغییر دهیم .

دوربین نجومی

آلتی است که برای ارساد کواکب و اجرام سماوی بکار میرود . آلتی که عبارت از عدسی محدب است که فاصله کانونیش بسیار طویل و سطوح طرفینش

بنده و مستدار و تقادیر اجسام فلكی از قبیل ماه و ستارگان و غیره در سطح گائ
 آن تخیل شده و بوسیله ذره بین دیگری میتوان تصویر مزبور را در پشت تر نمایان
 جزئیات آن را مشاهده کرد (شکل ۷۱) پس این آلت باز دو قسم عدسی محدب و جو
 دارد که هر یک در انتهای لوله بطول چندین متر جا گرفته اند .

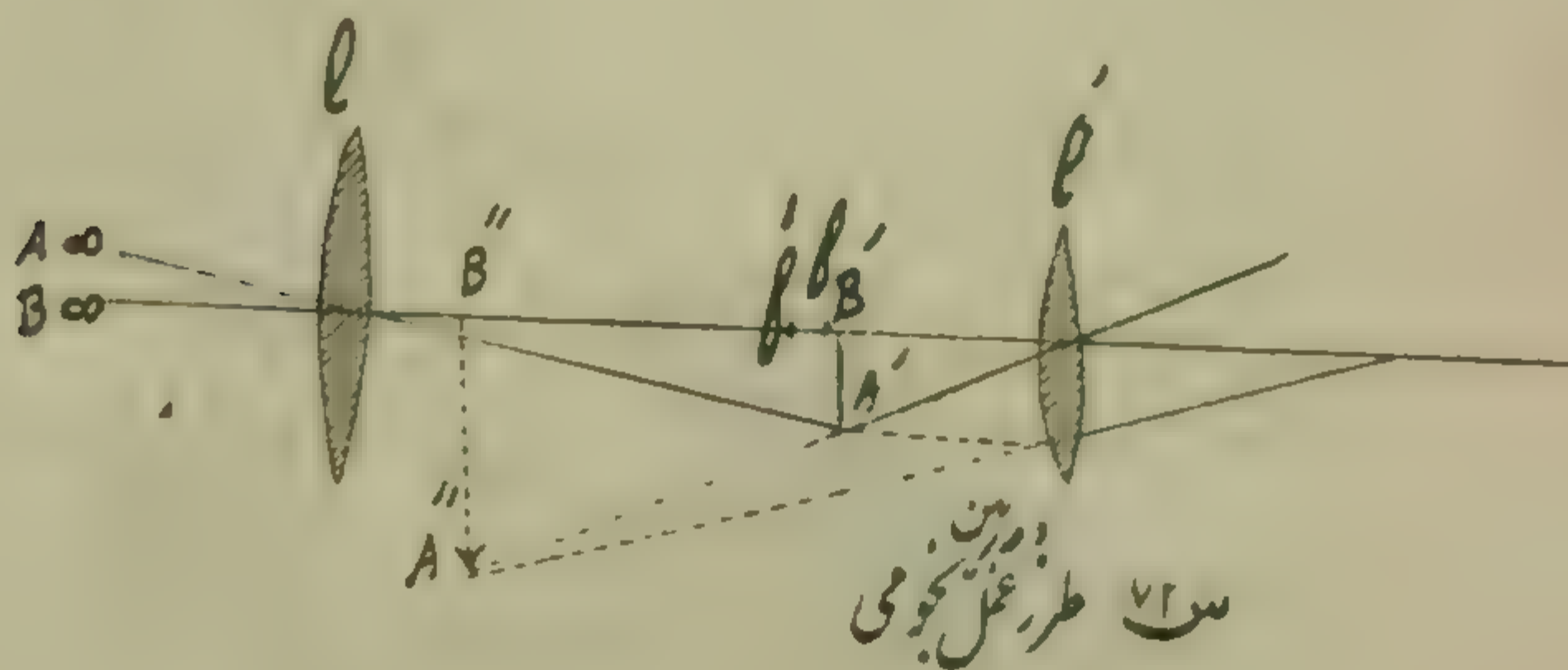


۷۱
 در بین بزرگی

عدسی که متوجه آسمان میشود و بعدسی تصویر Objectif و آنکه مجاور چشم قرار

میگرد بدسی ویت موسوم است (شکل ۱۷۳)

تصویر لوکب معین AB که در فاصله مبنایت در میان است AB' خواهد بود که در سطح کانونی
عذسی ما تشکیل میشود. عذسی رویت AB' بطوری در انتهای دیگر لوکب ثابت شده است
که کانون A آن در آن طرف کانون B عذسی تصویر AB' واقع شده و یا بعبارتی خسری
 $A'B'$ در بین فاصله کانونی عذسی رویت تشکیل میشود بنابراین تصویر شش عذسی زبور $A''B''$
خواهد بود که مجازی، نسبت بشی معکوس و برابر بزرگتر از $A'B'$ است (شکل ۱۷۲)

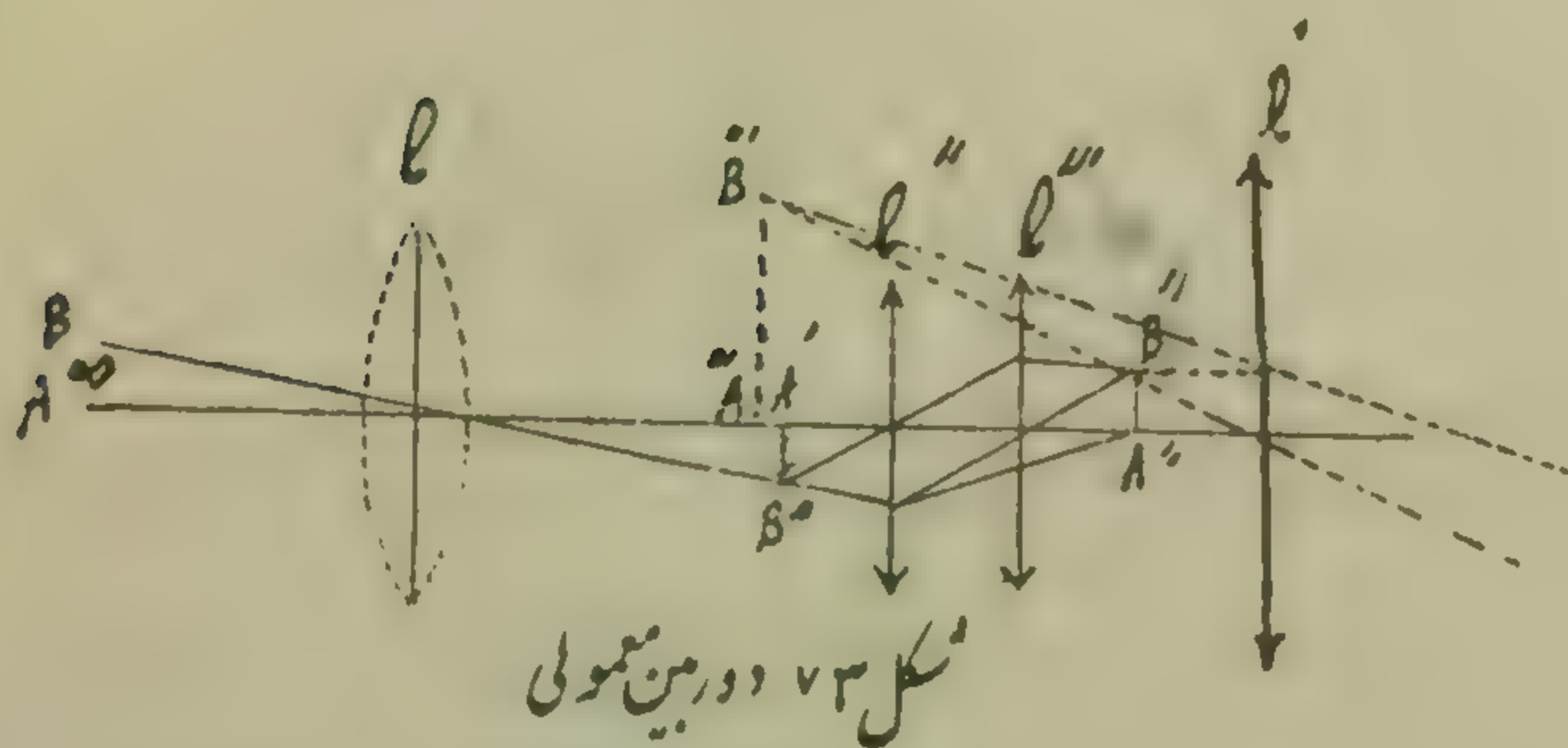


دوربینهای اراضی

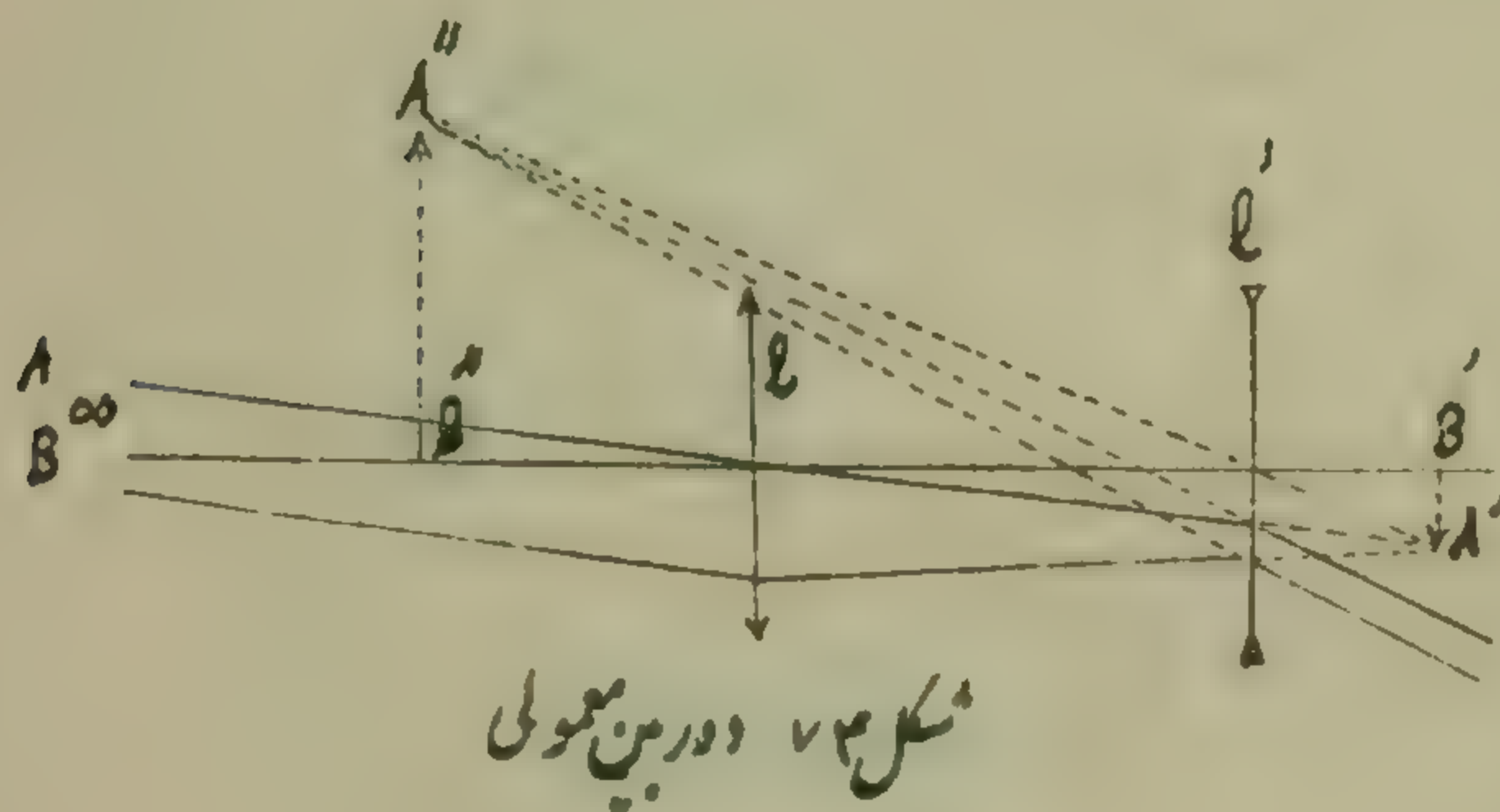
اساس این قسم دوربین که در بحسب پیمانی و صحرانوردی و غیره بکار میرود و بهمان
که در دوربینهای نجومی ذکر شد، مانند دوربین نجومی تصاویری که بدست میآید
نسبت بشی بطور معکوس قرار میگیرند و اینست که در ارضاد کوکب اهمیت ندارد ولی
در دوربینهای ارضی معکوس قرار گرفتن تصاویر مانده باعث اشکال است.

برای رفع این محذور ما بین عذسی ویت عذسی تصویر دو عذسی دیگر قرار

میدهند تا تصویر معکوس $A'B'$ تبدیل بقدر مستقیم $A''B''$ شود



و در بعضی دیگر بجای عدسی محدب عدسی مقعرتی جانشین میشود (شکل ۷۴) ولی در



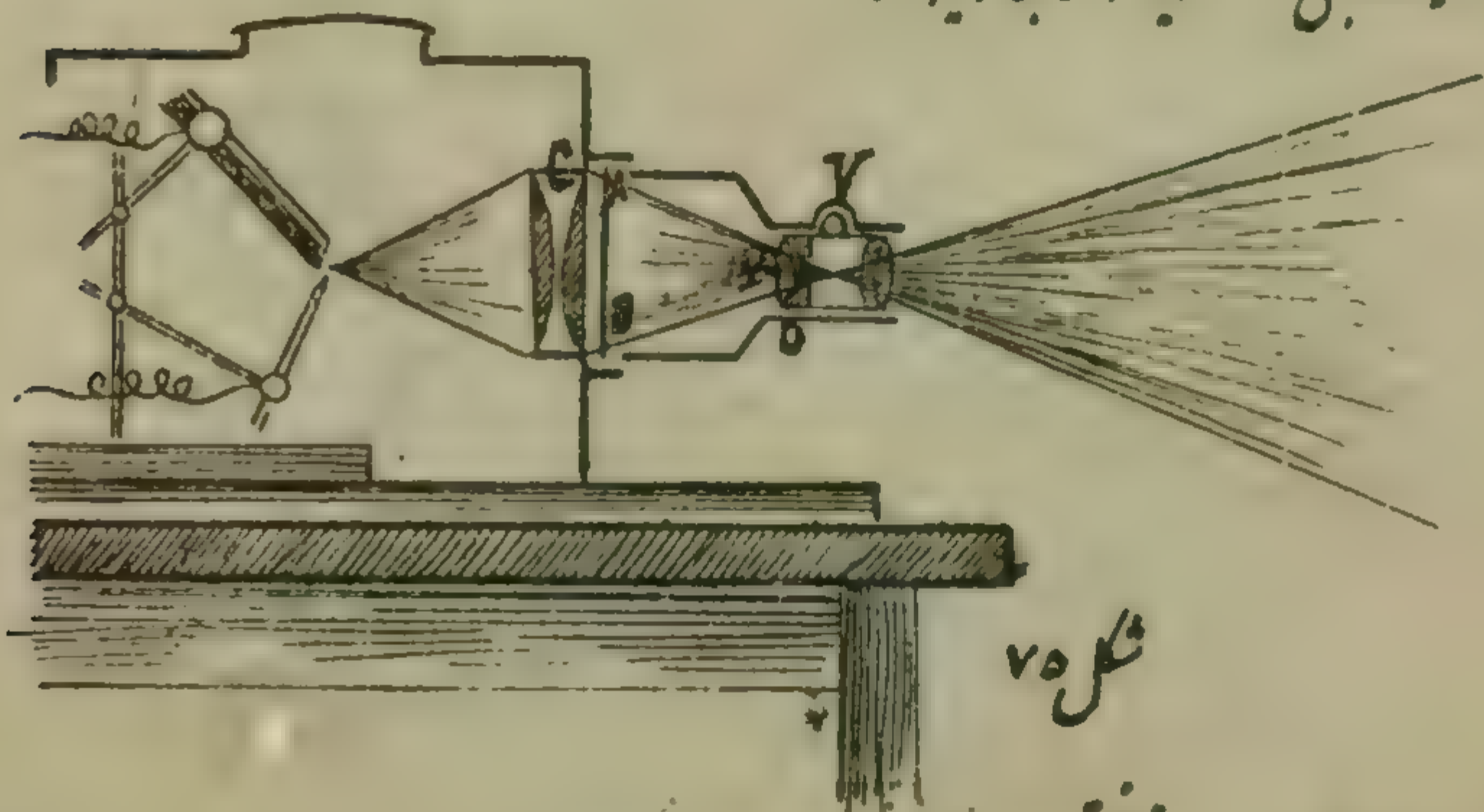
هر دو صورت تصویر مستقیم اشیاء مرفی خواهد شد.

فصل هشتم

نورافسکن — عکاسی

نورافسکن یا از قبیل فانوس بکری (سابقاً ذکر شد)، چراغ رهنما در کشتی های جنگی مورد استعمال دارد. چراغ اتومبیل و غیره آتیه هستند که برای روشن کردن مسافت زیاد از دور بکار می روند. بعضی از آنها عبارت از آئینه منعکس (چراغ اتومبیل) و دسته دیگر عدسی های محدب میباشند (فانوس بکری و غیره) که منبع نور در کانون آنها قرار دارد.

دستگاه نمایش *Lanterne de projection* و آن دستگاهی است که برای احداث تصاویر حقیقی و برابر بزرگتری از اشکال و صور مختلفه اشیاء در روی پرده که مقابل آن بخت اند بکار میرود.



(شکل ۷۵) بطور ساده و مختصر دستگاه نور را نشان میدهد.

منبع نور بیاروشن ما در کانون عدسی محدب (C) قرار گرفته که اشعه نورانی نسبت به محور
مصور AB متوجه داشته آن را بدست روشن میازد .
در قسمت قدیمی جعبه عدسی تصویر O جا گرفته و بوسیله پی پی مانند V جلوه عجب میرود . صفحه
مصور بفاصله معینی از عدسی تصویر واقع شده (بین کانون و مرکز انحنا و عدسی) و تصویر حقیقی
و برابر بزرگتری از آن در روی پرده مقابل احداث میشود

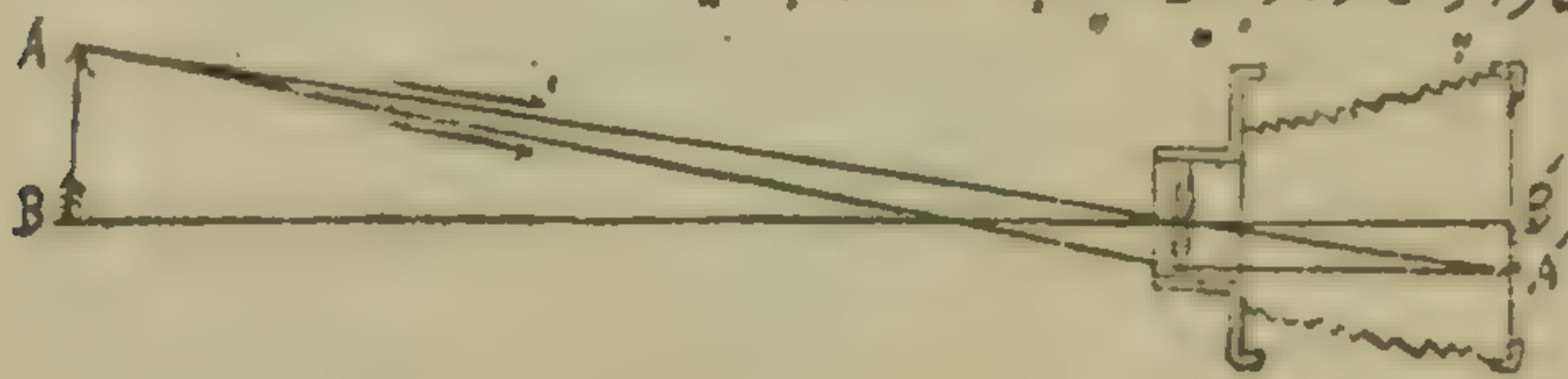
(عکاسی)

مقصود از عکاسی بدست آوردن تصویر حقیقی و ثابت اشیاء است و آن مبنی بر تابش
اشعه نور در روی املاح نقره مخصوصاً بر مورد آرزو است باین معنی که املاح نقره چون
در مقابل تابش نور قرار گیرند پس از یک فعل و انفعال شیمیائی تجزیه شده رنگ سیاهی
بجود میگیرند و تجربه ثابت شده است که شعاع قرمز کمترین و اشعه بنفش بیشترین را در تجزیه املا
مزبوره دخالت دارند

اسبابی که برای برداشتن عکس بکار میرود عبارت از جعبه ایست که در قسمت قدیم
آن عدسی محدب جا گرفته و تصویر حقیقی و معکوس اشیاء را احداث میکند . در
خلفی جعبه شیشه تاریست که تصویر مزبور در روی آن تشکیل میشود و بوسیله پی میتوان
آن را بعدن نزدیک یا از آن دور نمود .

جدارهای طوسی جعبه از قطعات مقوای ساخته شده است که در قسمتهای کمی از هم

آنها را پوشانده و باین ترتیب محفظه را بوجو میآورند که طول آن باسانی کم و زیاد شود



شکل ۸۶ دوربین عکاسی

و محفظه تاریک دوربین *Chambre noire* موسوم است .
در داخل و در عقب عدسی پرده است که بحجاب حاجز *Diaphragme*
موسوم بوده و دارای منفذی است که بر حسب کمی و یا زیادتی نور بزرگ و کوچک
میسازند

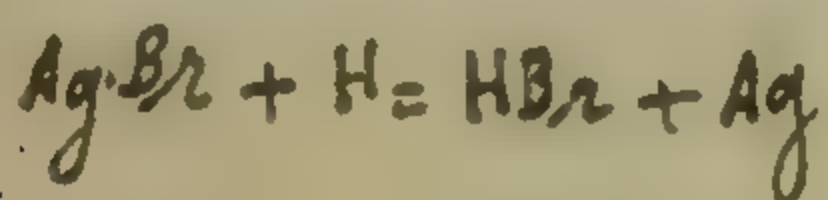
چون بخواهند از نقطه معینی عکس بردارند دوربین را در روی سطح پایه نصب کرده و تا
آن را به سمت شیئی متوجه میدارند . و مانند دوربین بازو بنا بر این تصویر اشیاء در
شیشه تاریک شکل میشود و بطوریکه قبلاً مذکور داشتیم بوسیله چپی که در فاصله دستگاه دو
تعبیه شده است آنقدر آن را جلو و عقب میبریم تا تصویر حقیقی با نهایت وضوح

در روی آن احداث شود . در انحال دانه دورین بسته و شیشه تار در بریدیم
و بجای آن صفحه شیشه دیگری که در روی آن قشر نازکی از طلا تین و بر مودار آن کشیده
و به پلاک *Plaque* یا صفحه حساس موسوم است میگذاریم ، پس بعد
چند ثانیه دانه دورین ابر داشته و صفحه حساس را در معرض تابش نور قرار میدیم
تا تصویر در روی آن ایجاد شده و بر مودار آن تجزیه گردد

تصاویر اشیا که باین قسم در روی شیشه حساس نقش می بندد بچشم دیده نمیشود یعنی اگر
شیشه را در اطاق تاریکی مقابل نور قرمز رنگی نگاه داریم هیچگونه تصویری در روی آن
دیده نخواهد شد و برای ظهور آن باید آن را در محلولی از ادویه شیمیائی قوی
مکباتی که برای ظهور شیشه معمولست مانند ذما یک قسم آن را شرح میدهیم :

سول	۴ گرم	کربنات سدیم	۵۰ گرم
هیدروکسید	۶ گرم	سولفیت سدیم	۱۰۰ گرم
آب	۱۰۰۰ گرم		

هیدروژن محلول با برم ترکیب شده تولید اسید برمیدر یک میکند و نقره بجاالت آزاد باقی
در فاصلی که در تحت تاثیر مستقیم نور واقع شده اند لکه های سیاه رنگی ایجاد میکند :



فصل و نفعال بر مورد ارزان با سید رزن محلول فقط در نفت طی از ثلاثین حساس صورت بگیرد که قبلاً
بر اثر تابش نور طبع آن تجزیه شده باشد بنابراین سایر قسمتهائی که مواجبه با اشعه نور بوده اند
پس چگونه تغییری حاصل نکرده سفید میمانند

ظهور شیشه باید در اطاق تاریک و در مقابل نور قمر مزینک انجام یابد زیرا چنانکه
گفتیم شعاع قمر تابشیه قابل ملاحظه در تجزیه اطلاق نقره ندارد .

پس از اینکه تصویر در روی شیشه ظاهر میشود نفت طی از جسم که سیاه بوده اند در اینجا سفید
و آنچه که سفید و روشن بوده اند در شیشه و حساس سیاه و تاریک جلوه میکند این قسم تصویر
را تصویر منفی نامند .

تصویر منفی را اگر بدون عملیات دیگری از دای طهور خارج کرده بر دشنائی بریم
تصویر حاصله محو شده از بین میرود و لذا چند لحظه آن را در آب تازه و خنک بشتاب
داد و چند دقیقه در دای بیوت که محلولی از پو پو لیت و سود $\frac{3}{10}$ است فرو
میسبریم تا اینکه تصویر در روی شیشه ثابت شود .

برای اینکه تصویر مثبت و یا عبارت از عکس اشیاء را در روی کاغذ بدست
آوریم کاغذ عکس را که آلوده به کلر در دارزان است در روی ثلاثین شیشه قرار داد
و هر دو را در جوف قیدی مقابل آفتاب میگذاریم . نور آفتاب از نقاط روشن

و شفاف شیشه عبور کرده و بلخ نقره که کاغذ عکس را پوشاند است تجزیه میکند ولی
در قسمتهای تاریک شیشه هیچ اثر نگردد و بلخ مزبور بجاالت خود باقی میماند در اینصورت
قسمتی از کاغذ که در معرض تابش نور واقع شده سیاه و سایر جاها روشن و سفید
میمانند تصویر مثبتی که با نیلور بدست میآید قرمز رنگ و غیر ثابت است برای تغییر لون
و ثبوت تصویر در روی کاغذ کافیت که ابتدا آن را در محلولی که ماده عاقله کلر در
Chlorure d'or ۰۰۰٪ میباشد فرو برده پس آن را در محلول
۰۰۲٪ پوپولفیت و سود قرار داد .

مسائل

۱- شعاع آفتاب بر سطح آینه منطی میتابد . آینه را با اندازه ۱۵ درجه در حول
محوری که از نقطه تابش مرور میکند دوران میدهد هم معلوم کنید که شعاع منعکس چند درجه
منرف شده است ؟

(۱) بهترین دوائی که برای ثبوت استعمال شود مطابق نسخه ذیل ترکیب میشود :

آب مقطر ۲۰۰۰ گرم

یک گرم

۵ گرم

کلر در مضاعف طلا و پتاسیم

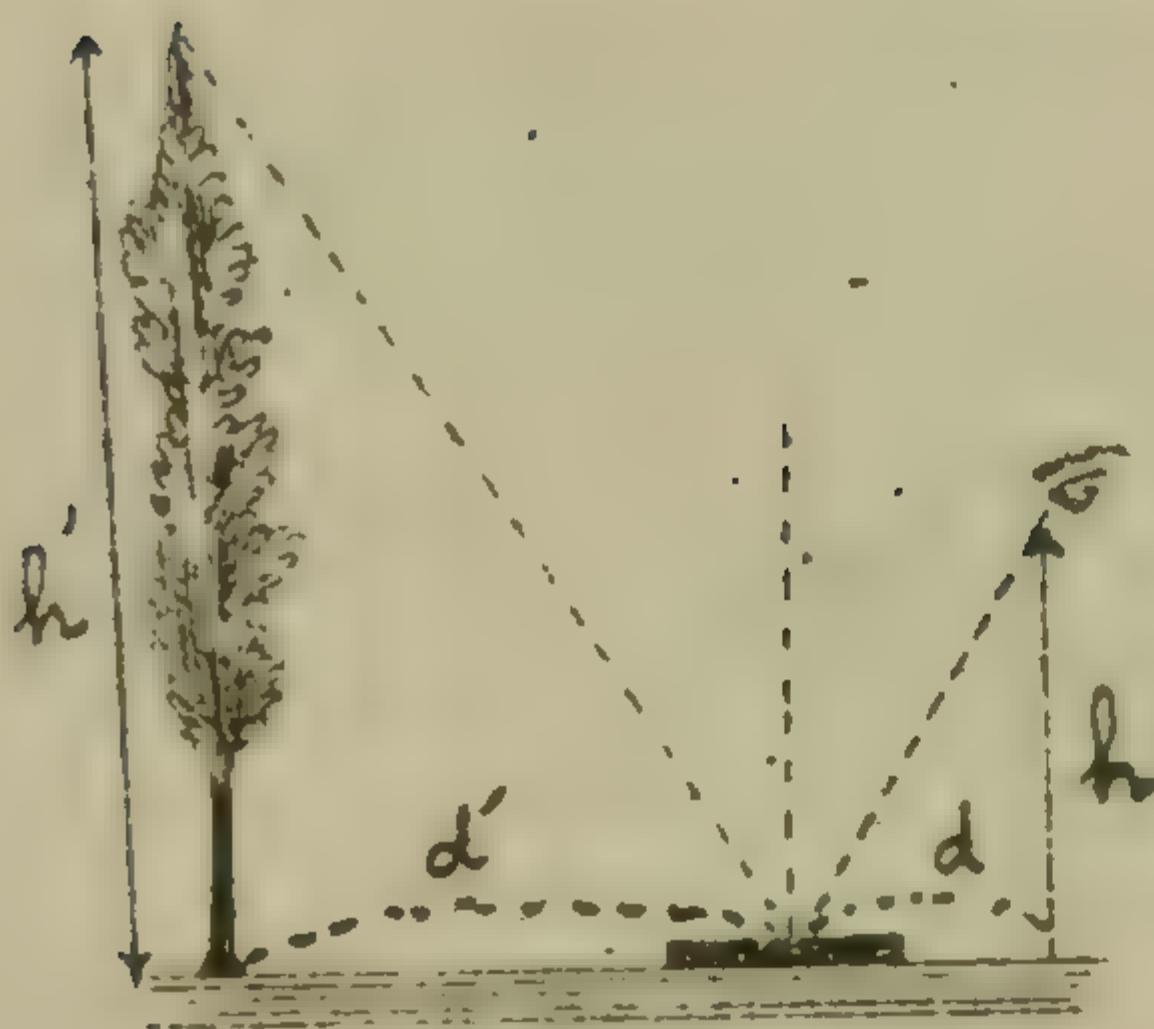
سفیداب اسپانی

۲- از روی شکل چطور می‌توانید ارتفاع درخت را معلوم نمایید :

۶ متر = h

۲ متر = d

۲ متر = d'



۳- تصویر جسم AB را که بطول h

۲- سانتیمتر است در فواصل مختلف

آینه های مقعر ذیل بطور هندسی ترسیم نموده ابعاد آن را معلوم دارید :

۳- سانتیمتر = P (فاصله اش تا آینه) یک سانتیمتر = f (فاصله جسم تا آینه)

۱۵ سانتیمتر = P " " یک سانتیمتر = f "

۵ سانتیمتر = P " " ۲ سانتیمتر = f "

۴- جسم AB بطول یک سانتیمتر و آینه مقعری که فاصله کانونی آن دو سانتیمتر است مفروض است تصویر جسم مذکور را در فواصل ذیل بطور هندسی ترسیم نماید و ابعاد تصویر

را از روی مقیاس اختیاری معین کرده و آنها بخت نماید :

۱- در فاصله ۵ سانتیمتر تا آینه ۲- در چهار سانتیمتر ۳- ۲- سانتیمتر ۴-

در یک سانتیمتر نیم ۵- در یک سانتیمتر ۶- در نیم سانتیمتر .

۵- عمق حوض آبی که مماسی از آب صاف است چقدر است از عمق واقعی آن نقطه جلوه میکند ؟

۶- سیادی میخواهد با کلوله ثقلیت چند عدد ماهی را که در آب شناورند صید کند نقطه بیاض نقطه را باید در اول رود تا مقصودش حاصل شود ؛ بالاتر یا پایین تر را ؟

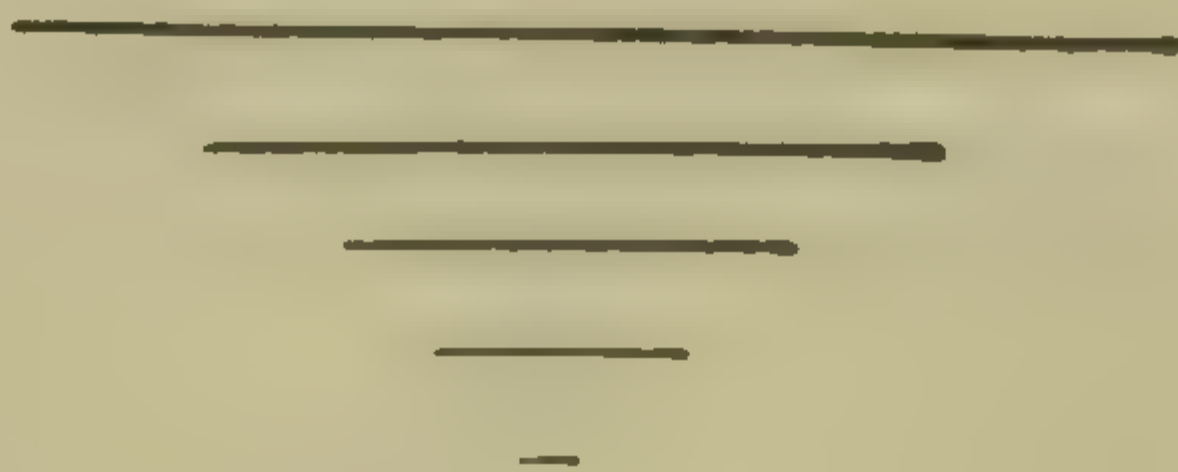
۷- در شکل (۵۰) ، بر حسب فواصل مختلفه نشی AB نسبت بعدسی تصاویر آن را بطور هندسی برتسیم نمائید و همچنین العباد تصویر را اندازه گرفته بحث نمائید ؟

۸- تصویر حقیقی شمع روشن را بوسیله عدسی محدب که فاصله کانونی آن معین است در روی صفحه بدست آورید . فاصله شمع تا عدسی هم و فاصله صفحه را هم تا عدسی اندازه بگیرید (کسر) برودی ملقت خواهید شد که من آنها همیشه این رابطه محقق است

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{p} = \frac{1}{q}$$

۹- تجربه فوق را در فواصل مختلفه شمع نسبت بعدسی تکرار کرده صحت رابطه فرموده را در جمیع احوال ثابت نمائید ؟

۱۰- تصویر جسم AB را (بطول اختیار ی) که فاصله اش نسبت به دسی A بی نهایت دور تا صفر تغییر میکند ترسیم نموده در حالات مختلفه آن بحث نماید



مجموع

الكرشي

فصل اول

تولید الکتریسیته — مشاهدات تجربی

لفظ الکترتیه مشتق از لغت یونانی الکتر و آن است که بمعنای کلسه بای زرد است چون در ۱۷۷۰ سال قبل از مسیح تالس یونانی اول دفعه بواسطه مالش خاصیت جذبیه و گاه در این جسم شاخته از آن کبریا موسوم کردند و الکترتیه را قوه کهر بانی نیز نامیده اند [

۱- در بعضی اجسام از قبیل شیشه سفید و پارافین بواسطه مالش با پارچه پشمی قوه تولید میشود که اجسام سبک وزن را بطرف خود جذب مینمایند مثلاً اگر میله شیشه را با پارچه پشمی مالش داده بذرات کاغذ و گاه دیار خردهای طلا اکو میسیم مجاور نمایم و از اجسام



منبوره جذب میله شیشه میکردند
و این قوه حاصله از احتكاك اجسام
الکترتیه و جسمی را که دارای قوه
منبوره است الکتریزه مینامند

(شکل ۷۸)

۲- اگر این تجربه را با میله از جنس زرد که در دست باشد تکرار کنیم هیچ اثری از آن قوه منبوره

نخواهد کرد لیکن اگر تئیه دسته فکری یا بوری داشته باشد که در صحن اصطکاک دستب
مید فکری تماس پیدا کند این دانه پس از اصطکاک با پارچه پشی میله فکری اکثر سیزه
می شود یعنی ذرات خفیه را مثل میله بلور در سقز بجز جذب می نماید ۷۹

۳- هرگاه در تجربه اول نقطه دیگری غیر از آن نقطه اصطکاک میله را مجاور خسر دهی
تا خد نمایم هیچ اثری بروز نمیکند در صورتیکه در میله فکری تمام نقاط آن پس از اصطکا
قابلیت جذب اجسام خفیه را دارا می شوند

میله بوری یا فکری دارای الکتریسیتی را اگر بالای ظرف روغنی نگاه داریم فوراً بر سطحی
در سطح آن مشاهده می شود بنابراین الکتریسیتی به جذب ثبات هم می شود
از این تجربیات معلوم می شود که

فکر

دسته بوری

الکتریسیتی در تمام ذرات

شکل ۱۰ الکتریزه کردن جسم اادی

اجسام دسته اول یعنی شیشه

و سقز و پارافین منتشیر شده

در همان نقطه که اصطکاک پیدا نمود دست باقی می ماند

بدسته اجسام را عایق الکتریسته *Mauvais conducteur*

مانند و بالعکس اجسام دسته دوم مانند فلزات را که الکتریسته بخوبی در آنها منتشر میشود اجسام
مادی الکتریسته *Bon conducteur* نامند و همین علت است که مبدل‌های تنها
الکتریسته را در خود نگاه نداشته و توسط بدن که آنهم مادی الکتریسته است از زمین می‌نمایند
و چنانچه دسته سقرتی یا شیشه داشته باشد مانع از خروج آن شده و باین جهت خرده مای اجسام
را جذب میکند

مابین دو دسته اجسام فوق‌الذکر اجسامی یافت میشود که کم و بیش مادی یا عایق الکتریسته
میباشند. درجه رطوبت اجسام نیز در هدایت الکتریسته و حالت کلی دارد چنانکه هوای
خشک عایق الکتریسته و هوای مرطوب مادی آن میباشد

اگر مادی عایق بودن اجسام را دقیقاً تحت مطالعه قرار دهیم این نتیجه میشود که مادی بودن یا عایق
بودن اجسام امری نسبی و مطلقاً نمیتوان گفت فلزات مادی الکتریسته بوده و یا شیشه و پارافین
عایق آن می‌باشند بلکه تمام اجسام کم و بیش مادی الکتریسته بوده و آن ابسده‌ای که با نوع
جسم تغییر مینماید در خود منتشر می‌ازند، این سرعت در شیشه و پارافین خیلی کم (سیلیمتر در ثانیه)
و در بعضی اجسام دیگر مثل نج نسیبه که با موم اندوده شده باشد زیادتر (چند سیلیمتر در ثانیه)
و بالاخره در فلزات سرعت آن خیلی زیاد است (مثل سرعت نور).

اجسام یادی عبارتند از فلزات، بدن انسان حیوان، زمین، چوب،
کاه، زغال، نترین، جوهر سقر، هوای مطلق و غیره

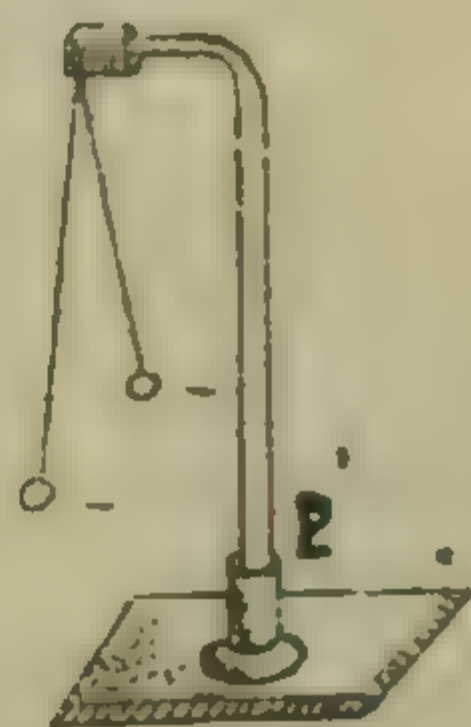
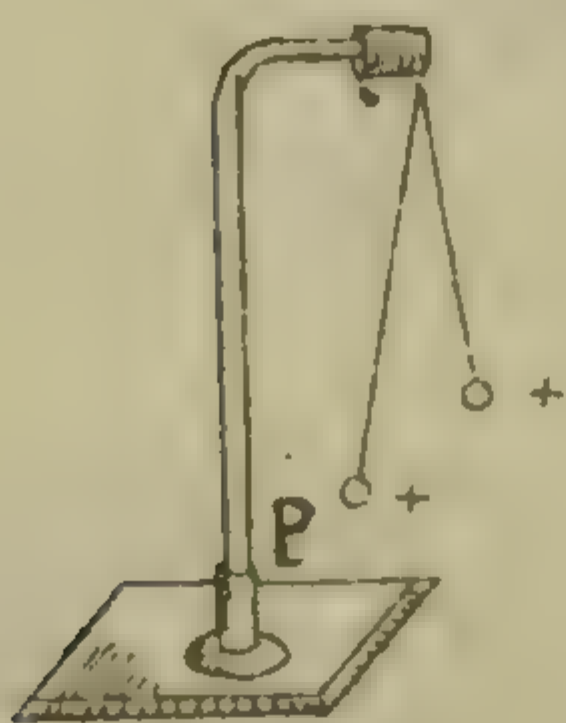
اجسام عایق مثل شیشه، چینی، صمغ، پارافین، ابونیت *Ebonite*
لوگرد، لاک، ابریشم، آسید، محلول اطلاق و غیره میشوند

اقسام الکتریته

برای اینکه خاصیت اجسام الکتریته را بخوبی درک نمایم اولت الکتریکی را بکار میبریم
و آن عبارت از گلوله است از چوب آفتی یا چوب سنبه که بواسطه نخ نازکی بپایه عایقی
متصل است میله شیشه V را بپارچه پستی ماسش داده آن را با اولت P مصاعف
نزدیک میاریم فوراً گلوله های آن جذب شیشه شده و پس از لحظه شدت دور میشوند
و بعضی اینکه در امتداد خط قائم قرار گیرند از یکدیگر جدا شده و بهمان حال باقی میمانند
بطوریکه زاویه مانند α مابین دو نخ تعلیق تشکیل میشود (شکل ۸۰)

پس معلوم میشود که دو گلوله اولت مزبور که بواسطه مجاورت بامیله شیشه V الکتریزه
شده اند یکدیگر را دفع میکنند - حال اگر میله سقرنی R را که بپارچه پستی ماسش داده ایم
بهین اولت نزدیک کنیم گلوله های آن فوراً جذب میله R میگردد و بصورتیکه
(ابونیت جسم عایقی است که از ترکیب کائوچو و لوگرد درست میاید (یک قسمت لوگرد و دو قسمت کائوچو)

اگر میله مذکور را با دایره P' که هیچ الکتریسیته ندارد نزدیک نمایم مثل حالت اول ابتدا
 گلوله های آن جذب و پس از لحظه بدست بعقب رانده شده ، از یکدیگر دور میمانند
 یعنی در اینجا هم باز دو گلوله از دایره P' که بواسطه مجاورت با میله الکتریزه قشری R



شکل ۸۰

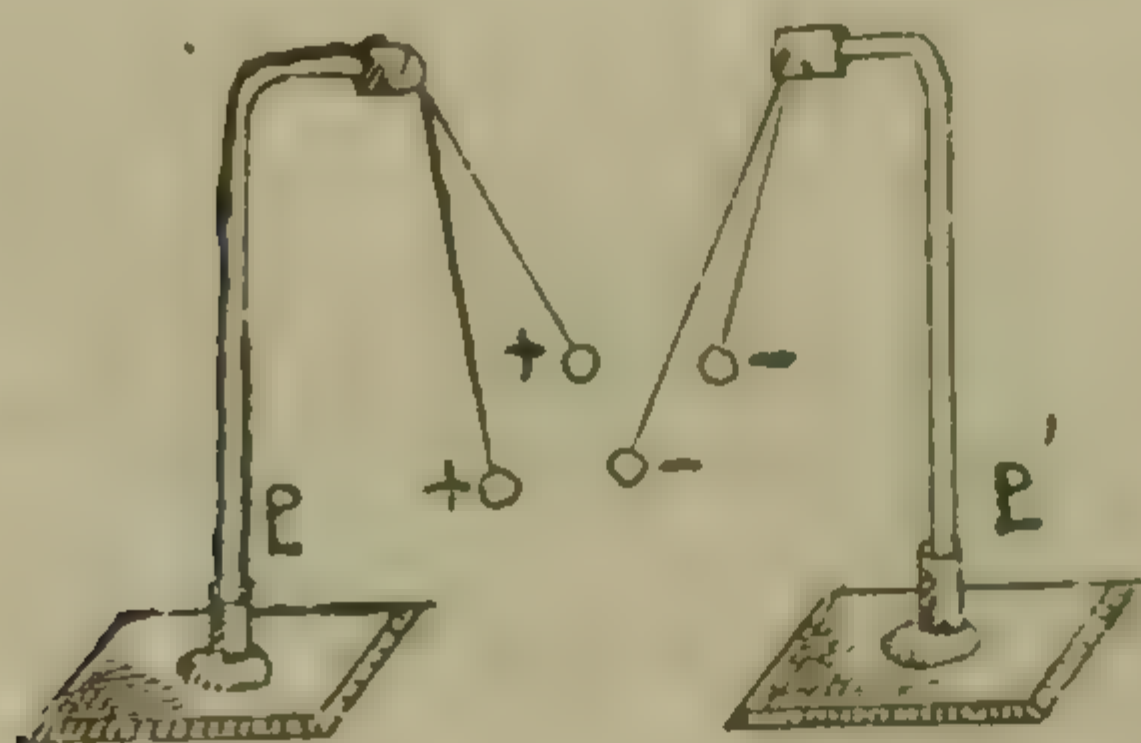
دارای الکتریسیته شده اند همگی را دفع میکنند ولی از ظرف دیگر اگر میله شیشه V را

با دایره اخیر E مجاور

سازیم گلوله های آن

مجذب میگردند

برای تکمیل این تجربیات



شکل ۸۱

اگر دایره های E و E' را که گلوله شان دارای الکتریسیته بوده و از هم دورند مجاور

یکدیگر سازیم.

هر یک از گلوله های آذمک P با گلوله از آذمک P' نزدیک شد و یکدیگر را جذب میکنند (شکل ۱۰۱). ولی اگر اجسام مختلفه را با پارچه پشمی اصطکان داد و مجاور با آذمکهای نسبتاً آلوده کنیم اگر گلوله آذمک P را جذب کند گلوله های P' را دفع میکند و بعکس اگر گلوله های آذمک P' را جذب نماید گلوله های آذمک P را حتماً دفع خواهد نمود. پس معلوم میشود که بواسطه یایش اجسام دو نوع الکتریسیته تولید میشود. نوع اول الکتریسیته که از اصطکان شیشه و نوع دوم الکتریسیته که از اصطکان سفتنه حاصل میشود. برای تمیز آنها از یکدیگر الکتریسیته را که از اصطکان شیشه احوال میشود الکتریسیته شیشه مثبت (+) و الکتریسیته که از اصطکان سفتنه حاصل میشود الکتریسیته قهوه یا منفی (-) خوانند بنا بر این میتوان نتایج تجربیات فوقی بطریق ذیل بیان کرد:

- ۱- فقط دو قسم الکتریسیته موجود است و بس.
- ۲- هر دو جسمی که دارای یک نوع الکتریسیته باشند یکدیگر را دفع نموده هر دو جسمی که الکتریسیته های مختلف باشند یکدیگر را جذب میکنند.

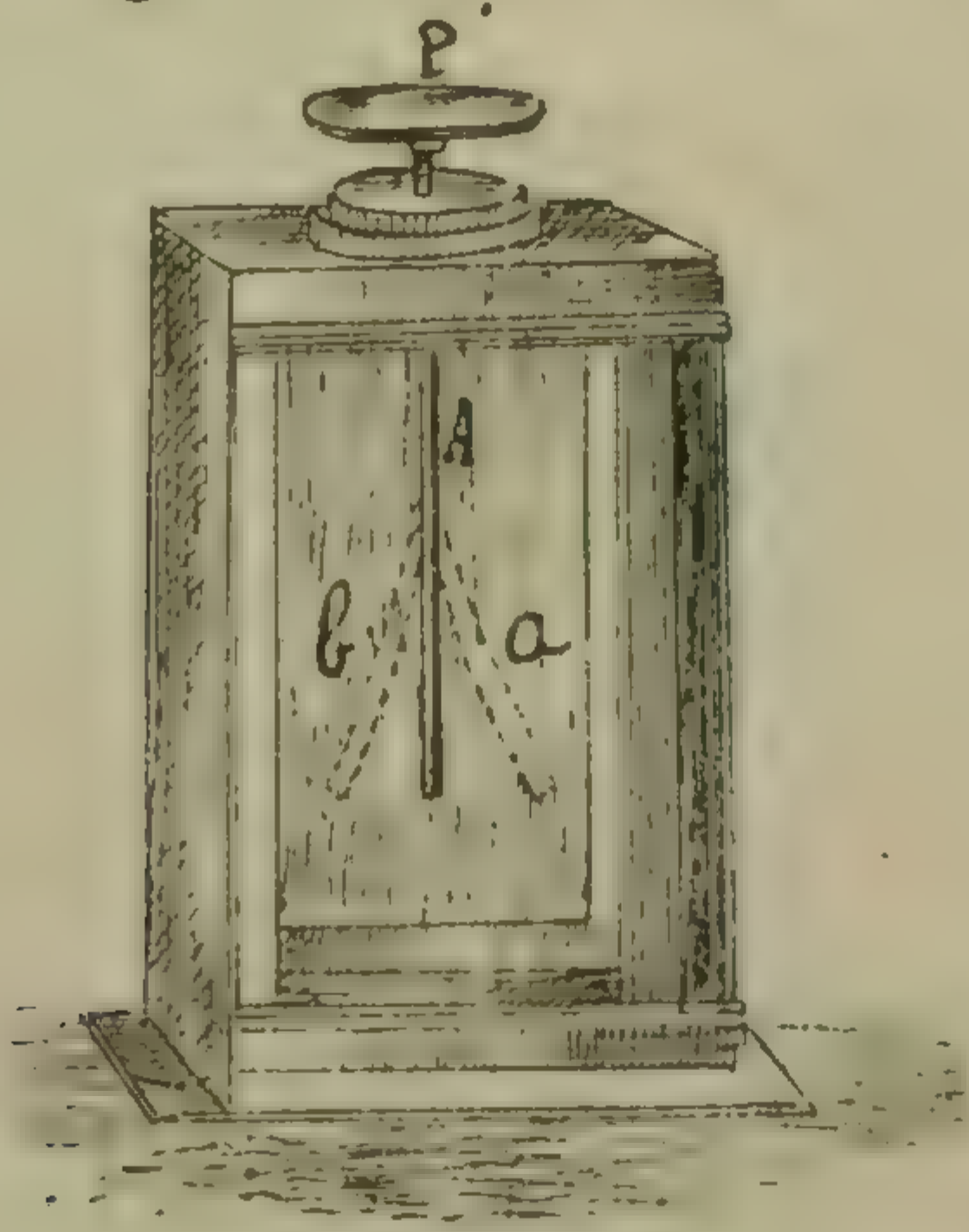
الکترسک Electroscop

اگر یک جسم را با آذمک ساکنی نزدیک نموده عمل جذبی در گلوله آن مشاهد کنیم معلوم میشود

که جسم مذکور دارای الکتریسیته می باشد و هر اسبابی که برای تعیین الکتریسیته در اجسام
بکار رود آن را الکتراسکوپ نامند اما برای اینکه بدقت وجود الکتریسیته یا عدم آن
در جسمی تحقیق شود آلتی بکار میبرند که خیلی حساس بوده و موسومست با الکتراسکوپ با ورقه طلا
این آلت مرکب از تیغه ایست می مانند A که بانتهای آن دو ورقه نازک طلا

(a و b) بطول ۳ یا ۴ سانتیمتر و بعرض ۳ میلیمتر متصل است .

انتهای فوقانی پیچیده بکفته P و یا بگلوه فستری مشتی شده و قیمت تحتانی آن با
ورقه های طلا داخل در جعبه و گلوه آن خارج است (شکل ۱۳) و ضمناً استوانه از



شکل ۱۳

پارافین در داخل

جعبه قرار دارد که تیغه

A از وسط آن عبور

نموده و با نظریاتی

بین جعبه و تیغه A

مائل میشود .

برای اینکه بدانیم

جسمی دارای الکتریسیته بوده و یا خاری از آن است آن را بگلوه الکتراسکوپ متصل می نمایم

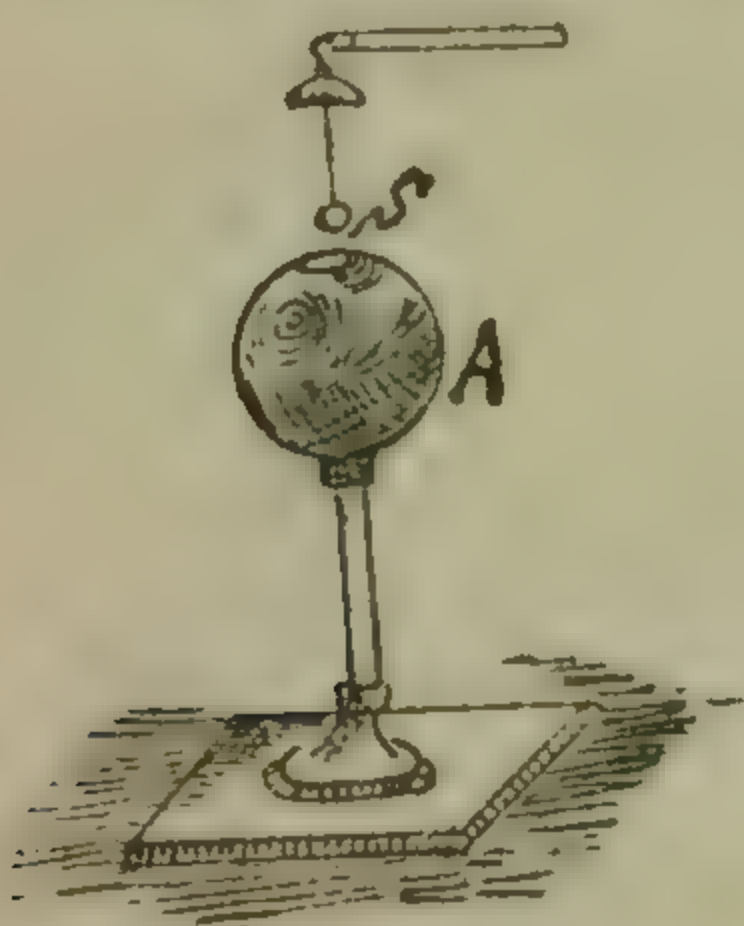
الکتریسیته در یغنه زبور منتشر شده داخل در ورقه های طلا می شود و چون ورقه زبور را با
یک نوع الکتریسیته میگرداند بنا بر این از هم دور شده و زاویه بین شان تکثیر می شود .

فائده جبهه V این است که ورقه های طلا را از اثر جبهه یان هوا محفوظ میدارد و غالباً هم یکی از سطوح جبهه
را از نشیبه میازند تا آنکه بتوان از خارج حرکت ورقه های طلا را مشاهده نمود (شکل ۸۳)

این نوع الکتریک خیلی دقیق و معادیر الکتریسیته را هر قدر هم که کم باشد بخوبی تعیین میکند چنانکه اگر پارچه پنبه
را بگردانند اصطکاک دهم دور شدن ورقه های طلا مشاهده می شود .

توزیع الکتریسیته

۱- تجربه کولن Coulomb - کره مجوفی A دارای ثقل است
که بواسطه سرپوشی مس و دوده آن کره دارای الکتریسیته است . گلوله فلزی S را



با نتهای نخی ابریشمین آویخته

و آن اداصل در کره مجوف

A مسیائیم بطوری که گلوله

بسطح داخلی آن اصطکاک

پیدا کند .

س ۵۵ تجربه کولن

پس با آتشکی سرپوشش را بلند نموده و سعی میکنیم گلوله S را بدون اینکه با سطح خارجی کره

اصطکاک پیدا کند از آن بیرون بیاوریم در ایحال اگر آن را بگلوله الکتریک نزدیک نماییم
در ورقه های طلای آن ابر حبه کتی مشاهده خواهیم کرد ^{۸۵}

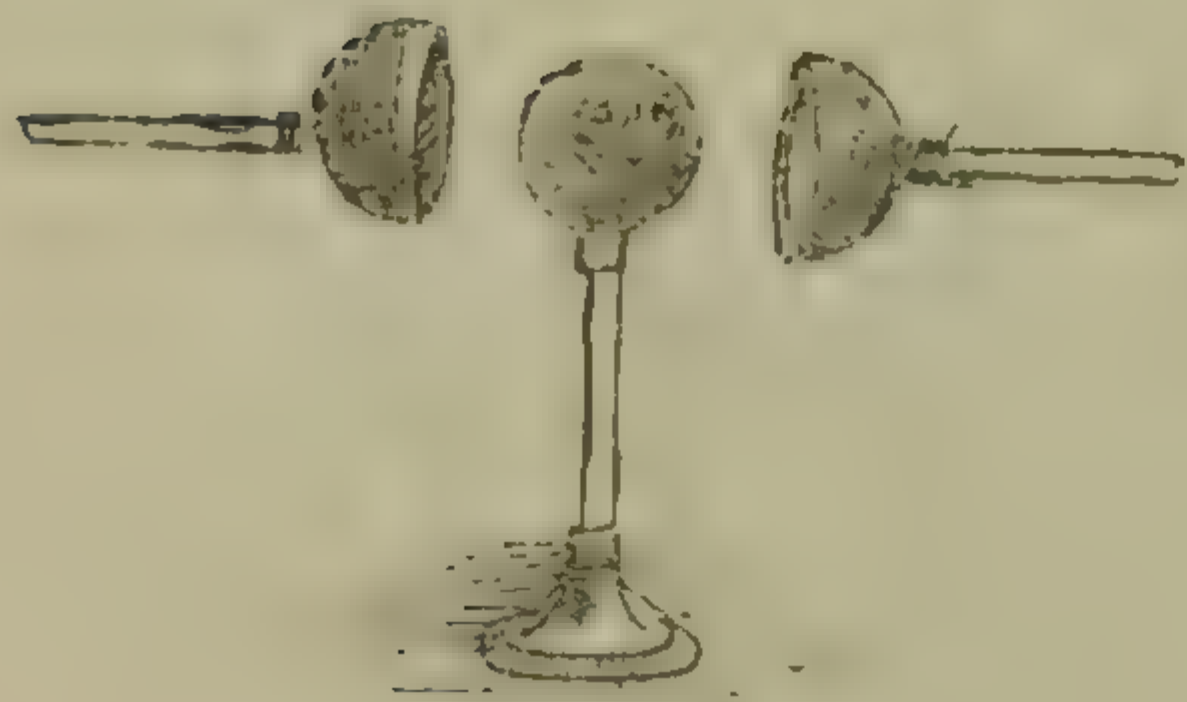
۲- تجربه کاوندیش *Cavendish* - گره های S در روی تپه
عائقی قرار گرفته و دارای الکتریسیته می باشد و نمیکره فیزی H و H' که هر دو دارای
دسته عائقی هستند اختیار کرده و آنها را طوری به یکدیگر نزدیک میکنیم که گلوله S کاملاً در درون
آنها واقع شود پس از آنکه گلوله با سطح داخلی تکره با اصطکاک حاصل نموده و نمیکره را از هم دور
کرده با الکتریک نزدیک میکنیم

از روی ورقه های طلا معلوم میشود

که گلوله عاری از الکتریسیته بوده

و بر عکس نمیکره های دارای الکتریسیته

شده اند بنا بر این الکتریسیته از داخل



سعه تجربه کاوندیش

بخارج انتقال یافته است (شکل ۸۶)

از این تجربیات چنین معلوم میشود که انتشار الکتریسیته در اجسام مادی کاملاً سطحی بوده و در درون

بیخ الکتریسیته وجود ندارد.

گوئیم سطح خارجی جسم مادی متعلق و مثلاً به شکل شعله های فلزی باشد باز الکتریسیته در سطح خارجی

شکلها انتشار یافته و در سطح داخلی آن ابد اثری از الکتریسیتی نخواهد بود.

در سطح خارجی اجسام هم توزیع الکتریسیتی یکسان نیست باین معنی که عموماً الکتریسیتی در نقاطی از اجسام که برجسته تر اند بیشتر جمع می‌شود مثلاً در کروی و مخروطی که روی پایله عایقی قرار گرفته باشد تمام نقاط سطح آن دارای یک مقدار الکتریسیتی است (شکل ۸۷) ولی در جسم بی‌شکل و غیر یکنواخت الکتریسیتی بیشتر در دو انتهای آن (۳ و ۲) و در جسی شکل (۴) الکتریسیتی در گوشه‌ها و دانه‌ها آن بیشتر از نقاط دیگر انتشار می‌یابد.



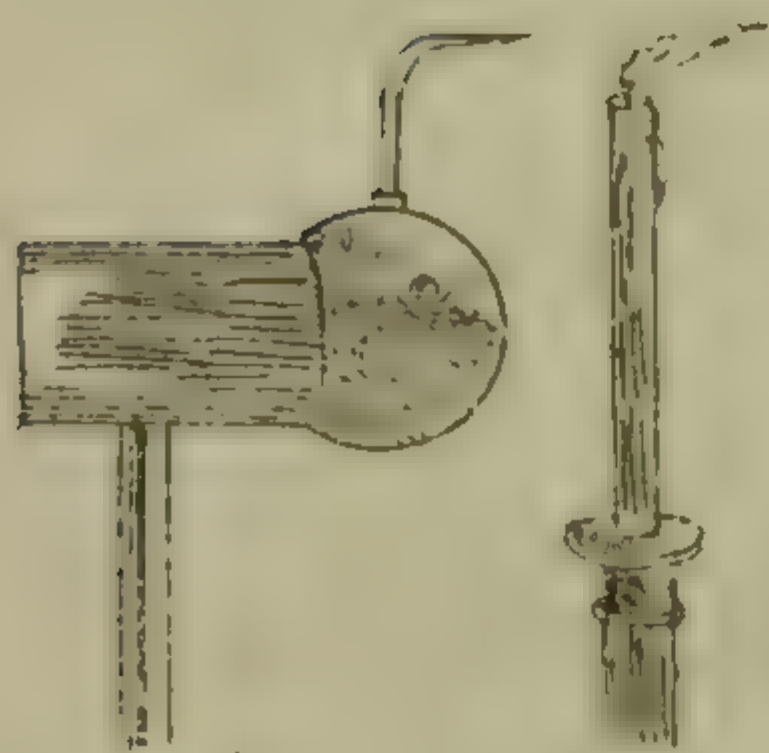
۸۷ توزیع الکتریسیتی در اجسام

قدرت نوک‌ها - چنانکه ملاحظه شد الکتریسیتی در نقاط انتهائی جسم و در زوایای محدب آنها بیشتر از سایر جاها جمع می‌شود و اگر انتهای جسم مادی خیلی تیز باشد الکتریسیتی بیشتر در آن نقطه جمع شده و کم‌کم از آنجا در هوا پراکنده می‌شود مثلاً اگر جسم نوک تیزی را بدستگاه مولد الکتریسیتی متصل کنیم فشار الکتریسیتی در نوک جسم جویائی در هوا تولید میکند که اگر شمع روشنی را مجاور آن قرار دهیم

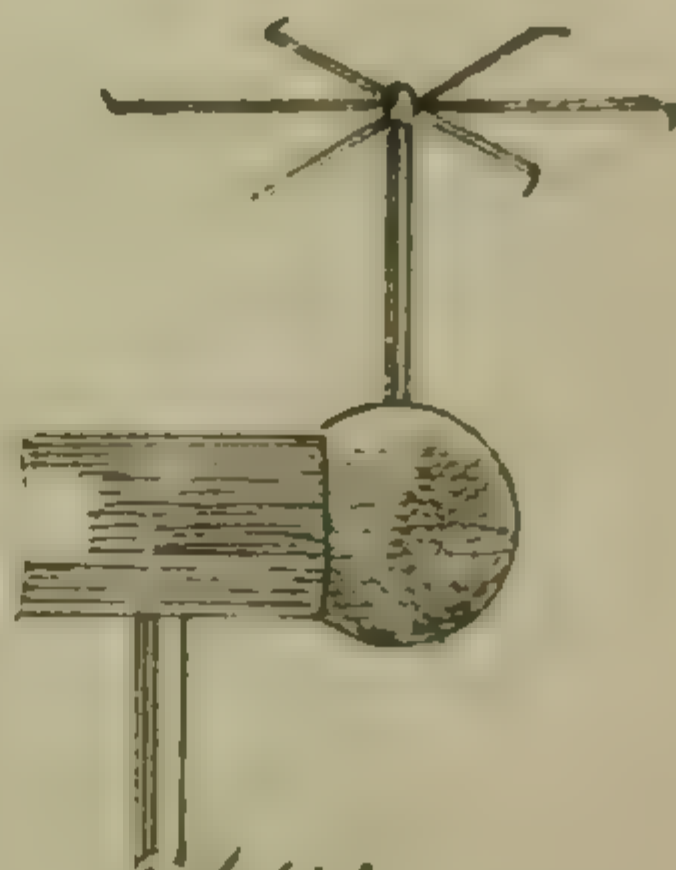
بواسطه جریان هوا شعله شمع از حالت قائم منحرف گشته و چنانچه مقدار الکتریسیته خیلی زیاد باشد
شمع را خاموش می کند (شکل ۸۸)

دفعه الکتریکی نیز از روی خاصیت نوکها ساخته شده آن عبارت از چند میله نوک تیزی است که
در یک بلکد یکپسیده بحالت آزاد می توانند در روی محور قائمی دوران کنند. چون این محور
قائم را بدستگاه مولد الکتریسیته مربوط سازیم الکتریسیته وارد در میله ها شده در حین عبور از نوکها
بواسطه جریان که در هوا ایجاد میکند دور خود می چرخد (شکل ۸۹)

خروج الکتریسیته از نوک جسم با اثر نوزانی همراه است چنانکه در تار یکی بر نوک مثبت دسته از



۸۸ خاموش شدن شمع بواسطه نوک



۸۹ دفعه الکتریکی

روشن بر نوک منفی نقطه نیزی مشاهده می شود.

فصل دوم

الکتریسیته القائی

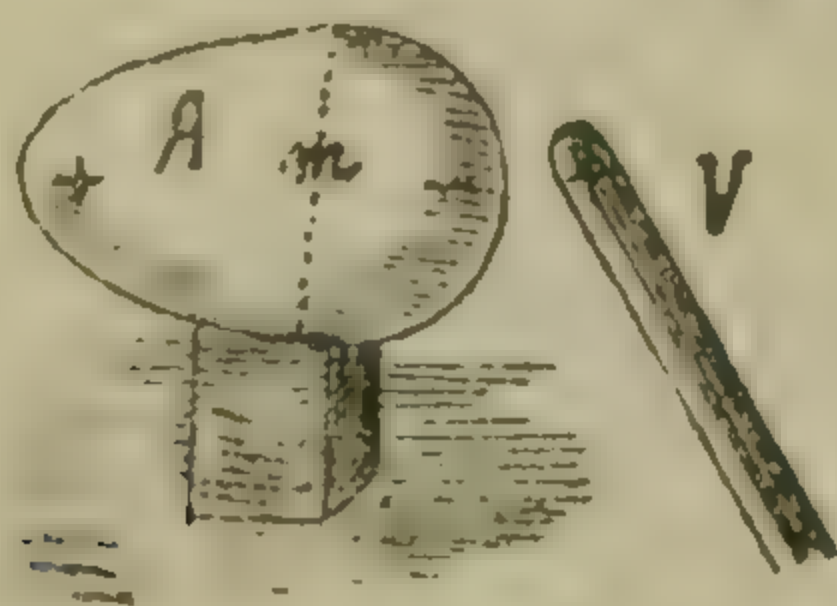
تولید الکتریسیته منحصراً با اصطکاک اجسام یا پارچه پشمی و یا اتصال آنها با اجسام الکتریسیته دار نیست بلکه بواسطه مجاورت نیز ممکن است در اجسام تولید الکتریسیته نمود و این نوع الکتریسیته را الکتریسیته مجاورتی یا القائی نامند .

۱- خط کش فلزی AB را در روی پارافین یا جسم عایق دیگری قرار داده میله سقری R را که قبلاً بواسطه اصطکاک در آن الکتریسیته تولید کرده ایم بانهای A نزدیک میکنیم در اینجا دیده میشود در انتهای دیگر خط کش مژبور یعنی در نقطه B هم الکتریسیته احداث شده ، خرده های کاغذ و یا اجسام سبک و زنی که در آن حوالی باشد بطرف خود جذب میشوند (شکل ۹)



(نموده نتیجه مجاورت الکتریسیته میله سقری یا میله فلزی در این کی ایجاد الکتریسیته شده ذرات کاغذ را بخود جذب میکند)

۲- جسم فلزی A در روی قطعه پارامینی قرار گرفته است اما اگر یک میله شیشه را که دارای



الکتریسیته است بان نزدیک

سازیم بواسطه مجاورت فوراً

در جسم A تولید الکتریسیته

میشود باطریق که فتمی از آن که

مبداً شیشه نزدیک تر است دارای الکتریسیته منفی (مخالف الکتریسیته میله) و قسمتی که

آن دور تر است دارای الکتریسیته مثبت (همجنس الکتریسیته میله) میباشد بصحت این مطلب

بواسطه الکترسک یا پاندول ضاعف بخوبی معلوم میشود (شکل ۹۱)

قسمت مرکزی m دارای الکتریسیته نبوده و الکتریسیته القایی را بر روی جسم تا وقتی که

میله مجاور است وجود داشته و بجهت اینکه آن را دور کنیم هیچ اثری از آن باقی

نخواهد ماند.

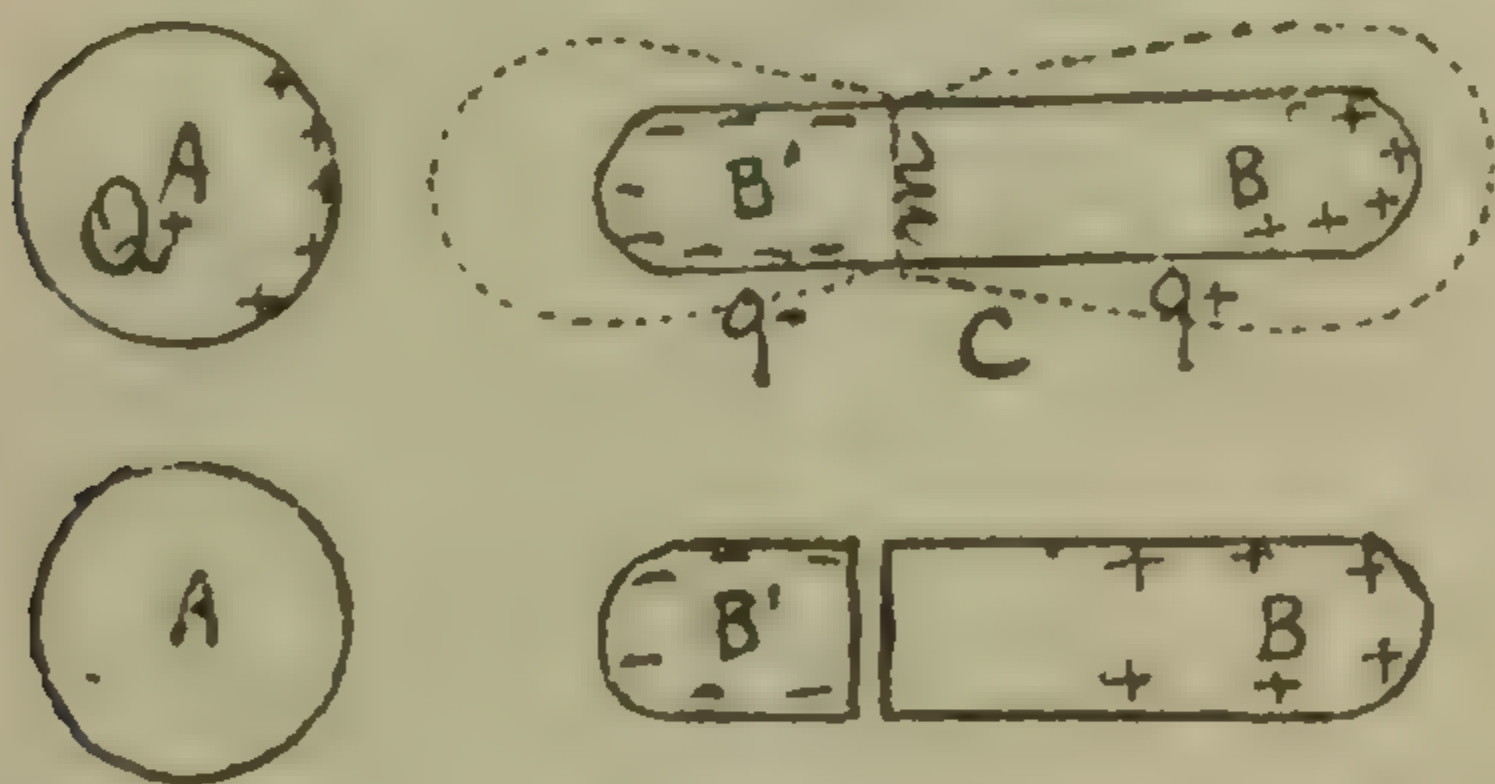
۳- کره فلزی A را که بنا بر فرض دارای الکتریسیته مثبت بوده در روی پایه عایقی

قرار گرفته است مجاور استوانه فلزی C سینمائیم. بواسطه مجاورت در استوانه

C دو منطقه متمایز الکتریکی احداث میشود یکی منطقه B که نزدیک کره A بوده

و دارای الکتریسیته منفی است دیگری منطقه B که دارای الکتریسیته مثبت یعنی همجنس

الکتریته A میباشد. در اینجا m مع نوع الکتریته وجود داشته و خط m که در
 منفه فوق الذکر را از یکدیگر جدا میکند اینست که خط خنثی یا خط بلا اثر *Ligne neutre*
 موسوم شده است حال اگر استوانه C را در امتداد خط خنثی به قسمت تقسیم نموده و اگر غرض
 A را دور سازیم الکتریته آنها صدم نشده و هر یک از قسمت دارای الکتریته خواهند
 بود (قسمت B دارای الکتریته منفی و قسمت B' دارای الکتریته مثبت است)
 (شکل)



۹۲

حصول الکتریته در نتیجه مجاورت اجسام طریقه سهلی برای تولید آن بدست میدهد باین ترتیب
 ممکن است دو نوع الکتریته متساوی و مختلف بجنس تولید نمود ولی باید این نکته را متذکر بود
 که مقدار الکتریته حاصله بواسطه مجاورت در جسم C کمتر از الکتریته جسم A بود و
 الکتریته دو قسمت B و B' متساوی و مختلف بجنس اند $q^+ = q^-$

$Q^+ > q^-$ (شکل ۹۲)

اگر در همین تجربه پس از نزدیکی کرده A باستوانه C بمقطع مغنولی این استوانه را بر زمین متصل سازیم و یا انگشت روی آن گذاریم در هر نقطه که این عمل صورت بگیرد الکتریسیته مثبت که دورتر از جسم مذکور نوع الکتریسیته آن موافق A است بکلی از زمین رفته فقط الکتریسیته منفی در آن باقی میماند و تا وقتی که کرده A نزدیک استوانه است الکتریسیته منفی در قسمت مجاور آن وجود داشته و بمنزله کرده را از آن دور کنیم در تمام نقاط استوانه C منتشر میشود .

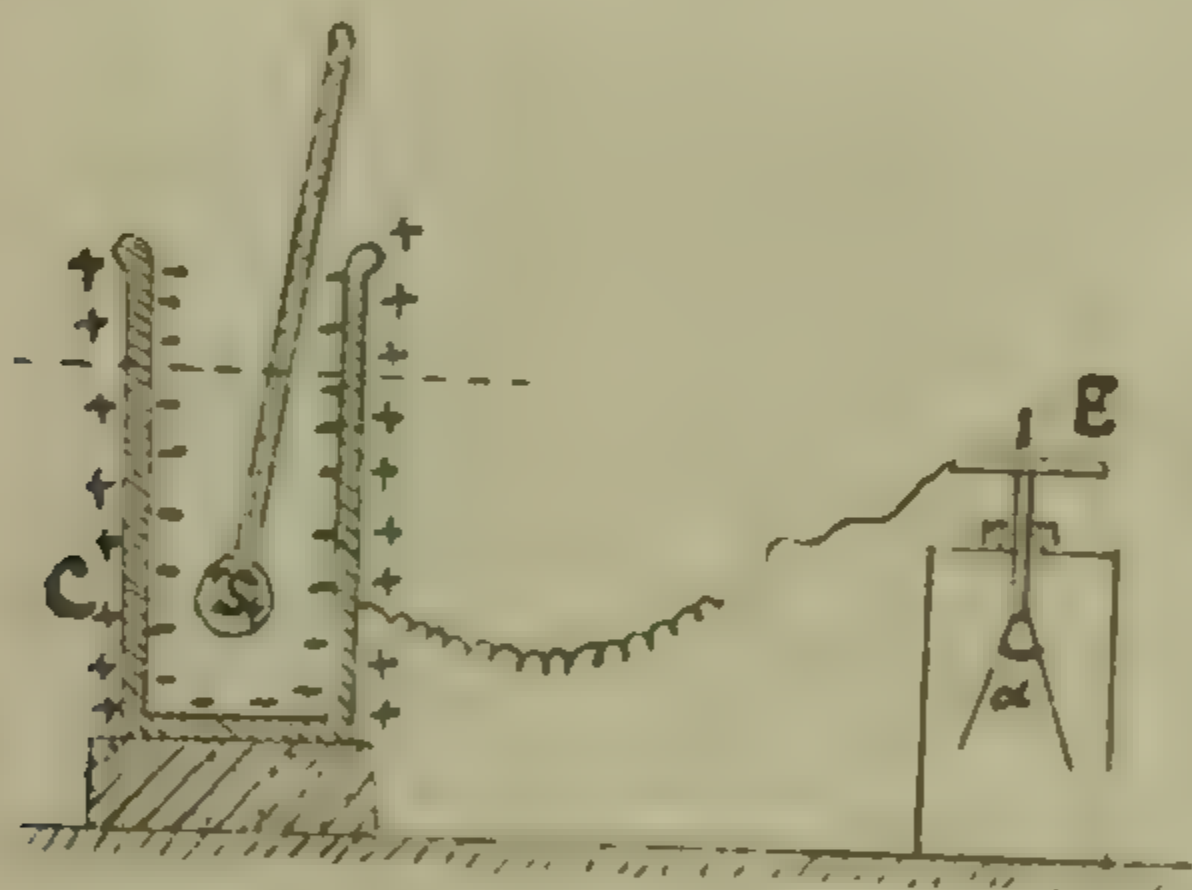
از این تجربیات چنین نتیجه میشود که بر اثر مجاورت ممکن است بهولت اجسام الکتریسیته تولید نمود .

استوانه فاراد *Cylindre de Faraday* استوانه فلزی

C را در روی جسم عایقی قرار داده و گلوله لادی S را که دارای الکتریسیته مثبت و دسته عایقی بآن متصل است داخل در این استوانه میانیم . بمحض اینکه گلوله S داخل در استوانه گردیده و منطقه الکتریسیته مختلف در آن تولید میشود :

بلی سطح خارجی استوانه که دارای الکتریسیته مثبت (و یا بطور کلی قسمتی که الکتریسیته آن بخش الکتریسیته جسم S) بوده و دیگری سطح داخلی آن الکتریسیته منفی (و یا ناحیه که الکتریسیته آن مخالف الکتریسیته S) خواهد بود .

اگر استوانه مزبور وجود الکتریسیته در سطح خارجی استوانه متحقق می شود با معنی که بعضی استوانه
 گلوله S داخل در استوانه شود فوراً ما بین ورقه های طلای الکتریکی او و مسای قلیل
 شده و پس از خروج آن بلا فاصله ورقه های طلا بحال اول خود یعنی در امتداد قائم قرار می گیرند
 و اگر هم گلوله را در داخل استوانه حرکت دهیم مدام که با جدار آن صحتاک ننموده است او
 تغییر پذیر می ماند ۹۳ ولی اگر در ان موقع یعنی تا وقتیکه الکتریسیته گلوله S در استوانه



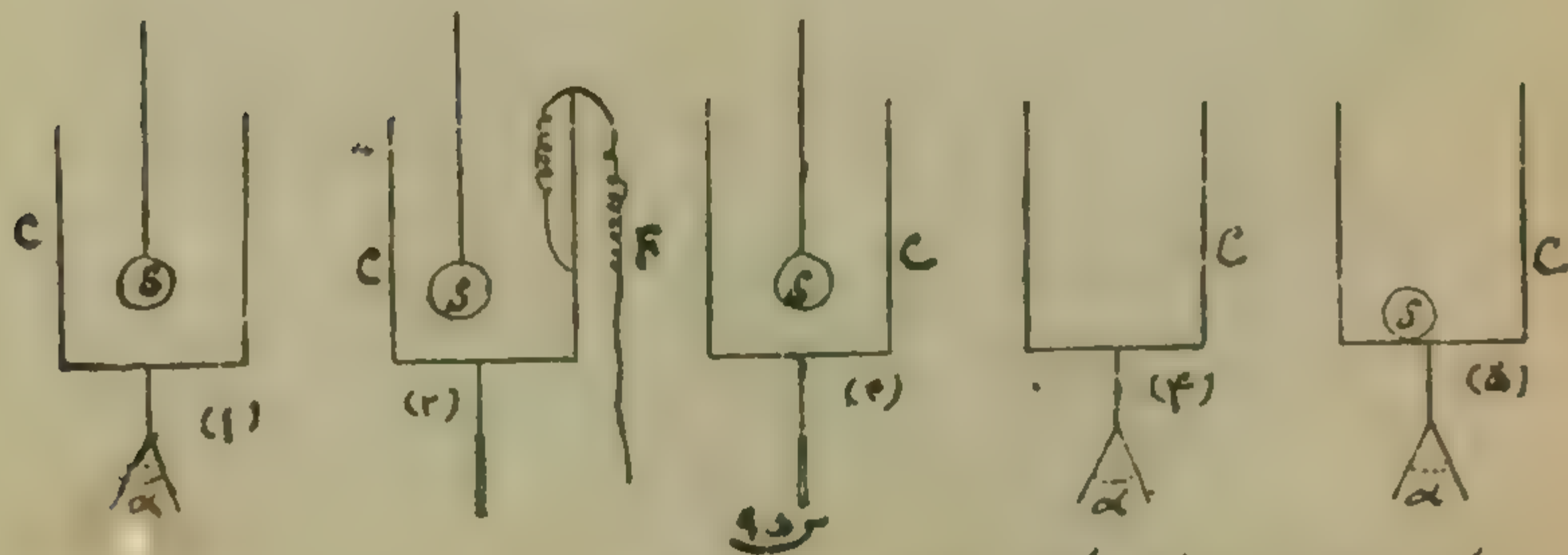
۹۳

C تأثیر دارد بوسیله مفقولی استوانه را بر زمین متصل سازیم و یا دست وی آن بگذاریم
 الکتریسیته مثبت معدوم می شود و حتی اگر هم اتصال مفصول بر زمین یا دست ندن با استوانه هم
 در سطح داخلی آن صورت بگیرد باز الکتریسیته بجنس یعنی الکتریسیته مثبت از زمین میسر و دور
 این امر است که دو الکتریسیته مخالف جاذب یکدیگرند بنابراین الکتریسیته که در سطح
 استوانه منتشر است مجذوب الکتریسیته مثبت گلوله شده و فقط الکتریسیته سطح خارجی استوانه

معلوم می‌شود و بهین جهت است که ورقه‌های الکترسکپ امتداد خط قائم قرار می‌گیرند (شکل ۱۰).
 حال اگر رابطه استوانه را با زمین قطع و گلوله را از آن خارج نماییم الکترستیه منفی که بواسطه تاثیر
 الکترستیه گلوله در سطح داخلی استوانه باقی مانده بود دیگر در آن محل بخصوص مانده و در سطح خارجی
 استوانه انتشار می‌یابد و محبت در این ورقه‌های الکترسکپ همان زاویه α تشکیل می‌شود

(۳ و ۴ شکل ۱۰)

و ضمناً هم معلوم می‌شود که مقدار الکترستیه مثبت Q^+ که قبلاً در سطح خارجی استوانه منتشر
 بود و مساوی مقدار الکترستیه منفی است (Q^-) که حالیه در سطح خارجی آن منتشر
 است زیرا که توزیع آن در جسم واحد ورقه‌های طلای الکترسکپ را بیک میزان (α)
 از هم دور کرده است پس $Q^+ = Q^-$ از طرف دیگر چون گلوله را داخل در استوانه

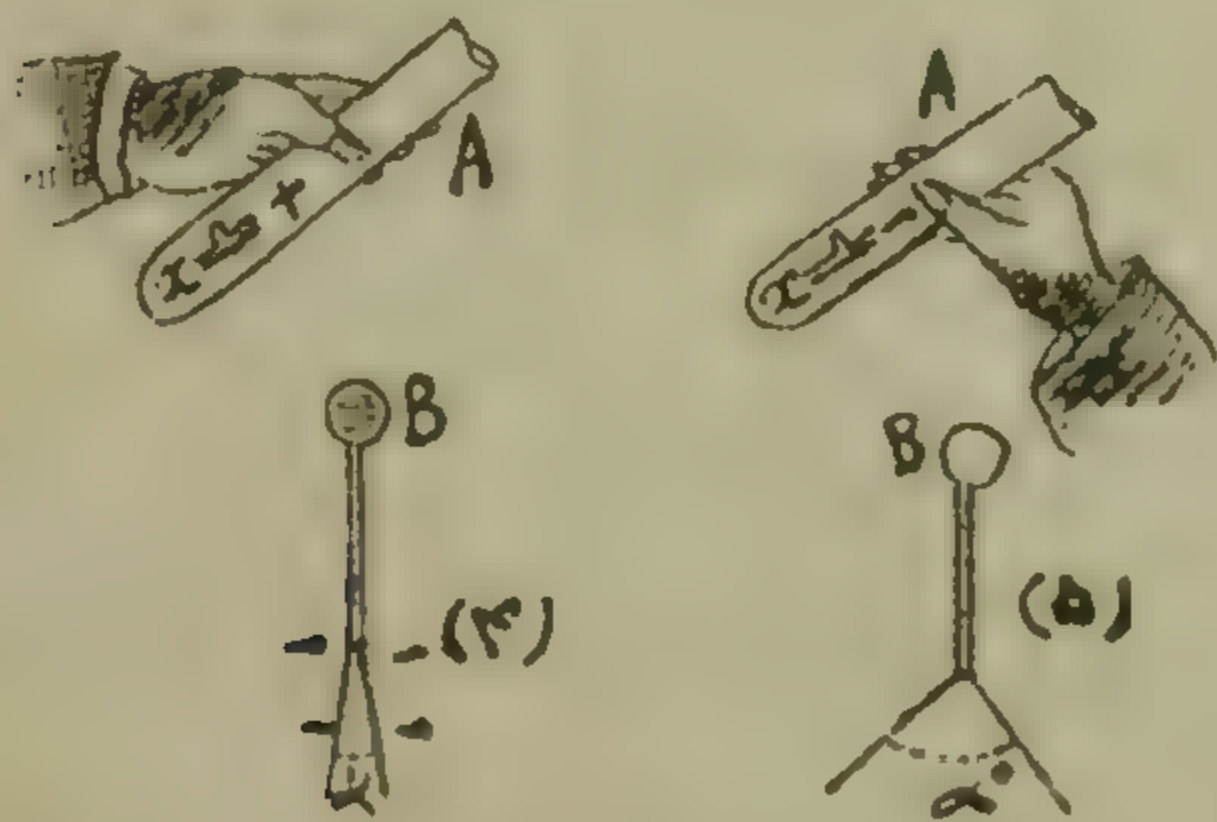
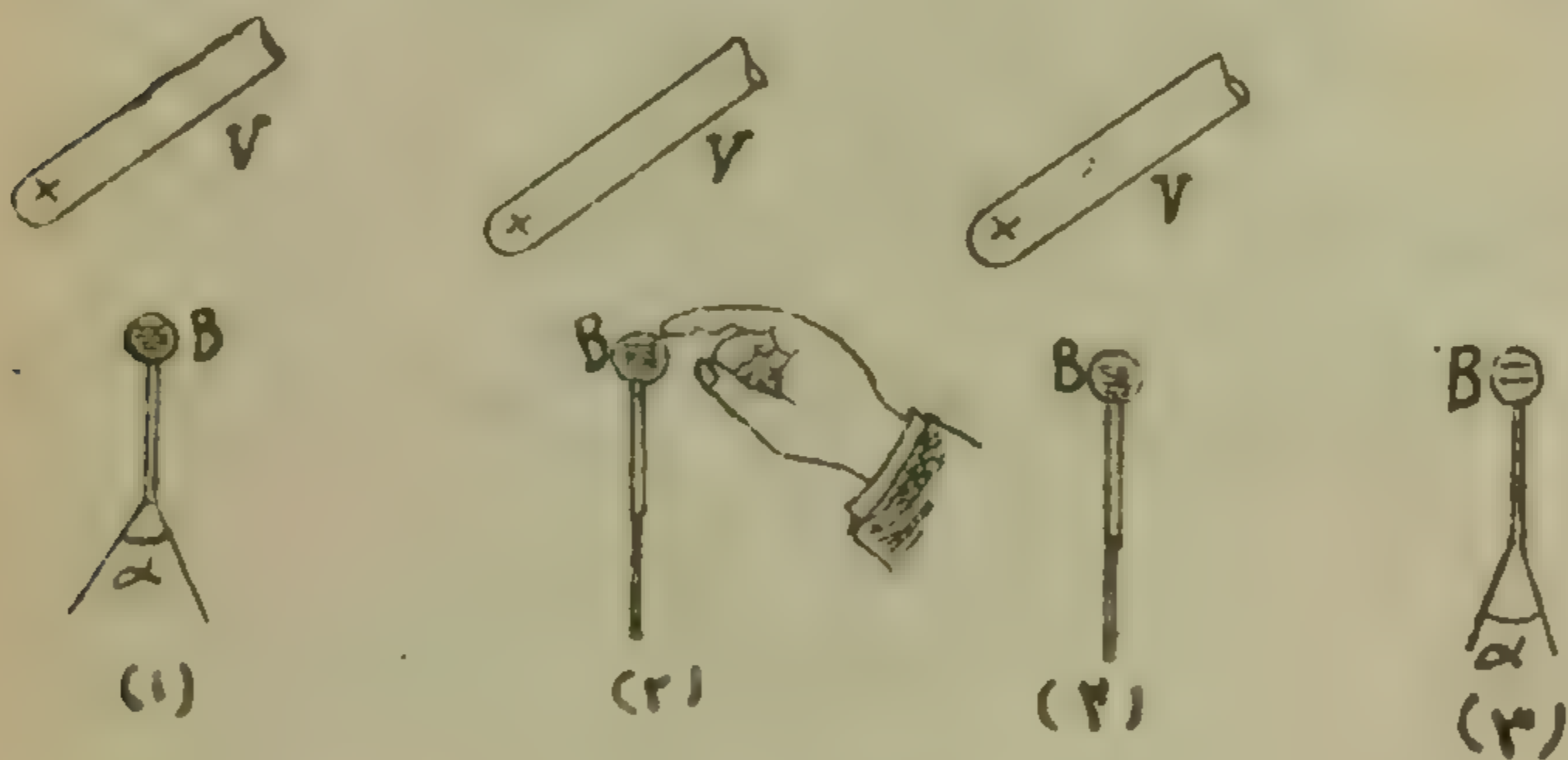


C کرده بقدر آن متصل کنیم الکترستیه آن در استوانه منتشر شده و محبت در این ورقه‌های

طلا را در مایه مساوی α تشکیل می یابد. از اینجا معلوم می شود که مقدار الکتریسیته جسم S (Q^+) مساوی با مقدار الکتریسیته α می است که بر اثر مجاورت آن در α استوار می شود.

شده است یعنی: $Q^+ = Q'^+ = Q^-$ (قضیه شارادگه) سه ۹۵

تعیین نوع الکتریسیته — از روی الکتروسکپ می توان نوع الکتریسیته جسمی را تعیین کرد از انقباض: میله شیشه را یکبار چپشی مالش داده باشیم اگر بگوید B



سه تعیین نوع الکتریسیته با الکترسکپ

الکترسکپ مجاور کنیم (شکل ۹۶) ورقه های طلا از یکدیگر دور می شوند و چون دست را

گاز را بگذاریم (۲) الکتریسیته مثبت از بین میسر و حال اگر دست خود را برداشته و جسم را دور کنیم (۳) الکتریسیته منفی که در مجاورت حادث شده بود در تمام سطح آن منتشر شد و بنابراین مجدداً ورقه های طلا از یکدیگر دور میشوند با در اینحال الکترسکپ دارای الکتریسیته معلومی است (منفی) (۴)

برای تعیین الکتریسیته یک جسمی کافی است که آن را با ثانی با الکترسکپ نزدیک کنیم اگر ورقه های طلا یکدیگر نزدیک شدند (۵) معلوم میشود که جسم مزبور دارای الکتریسیته مثبت است چه در اینصورت الکتریسیته جسم A الکتریسیته منفی (مخالف) الکترسکپ انجمنی کرده باعث اتصال ورقه ها شده است و بالعکس اگر ورقه های طلا بشیر از هم دور شدند جسم مزبور دارای الکتریسیته منفی خواهد بود (۵)

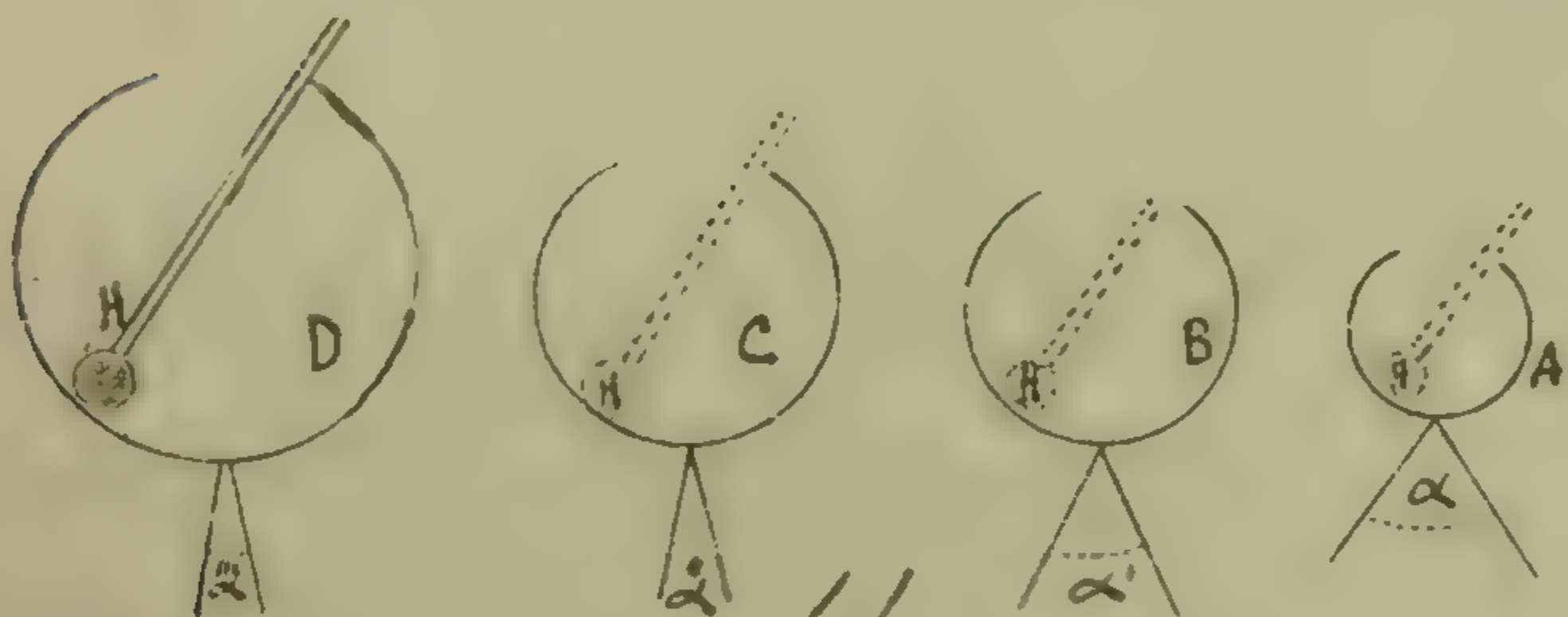
فصل سوم

سطح الکتریکی — پتانسیل Potentiel

مشاهدات تجربی

۱- چند کره مسری A و B و C و D را که قطرها مختلف در روی پایه های همی نصب نمودیم اختیار کرده و هر یک از کره ها را بر روی یک مضاعفی آویزان میکنیم (الکترسکپ) و بعد از آن جسم H که دارای مقدار معینی الکتریسیته است متوالیاً داخل در هر یک از کره ها

نمودم که می‌کنیم که کلوله‌های اولک در کرات A و B و C و D بیک‌دیگر
از هم دور نشد یعنی هر قدر که کوچکتر باشد دو کلوله بیشتر از یکدیگر دور می‌شوند و بالعکس است
بطوریکه زاویه α حادثه از تقاطع دو نخ تعلیق اولک با قطر کرات نسبت معکوس دارد یعنی
 $\alpha'' > \alpha' > \alpha$ است (شکل ۹۷) می‌باشد



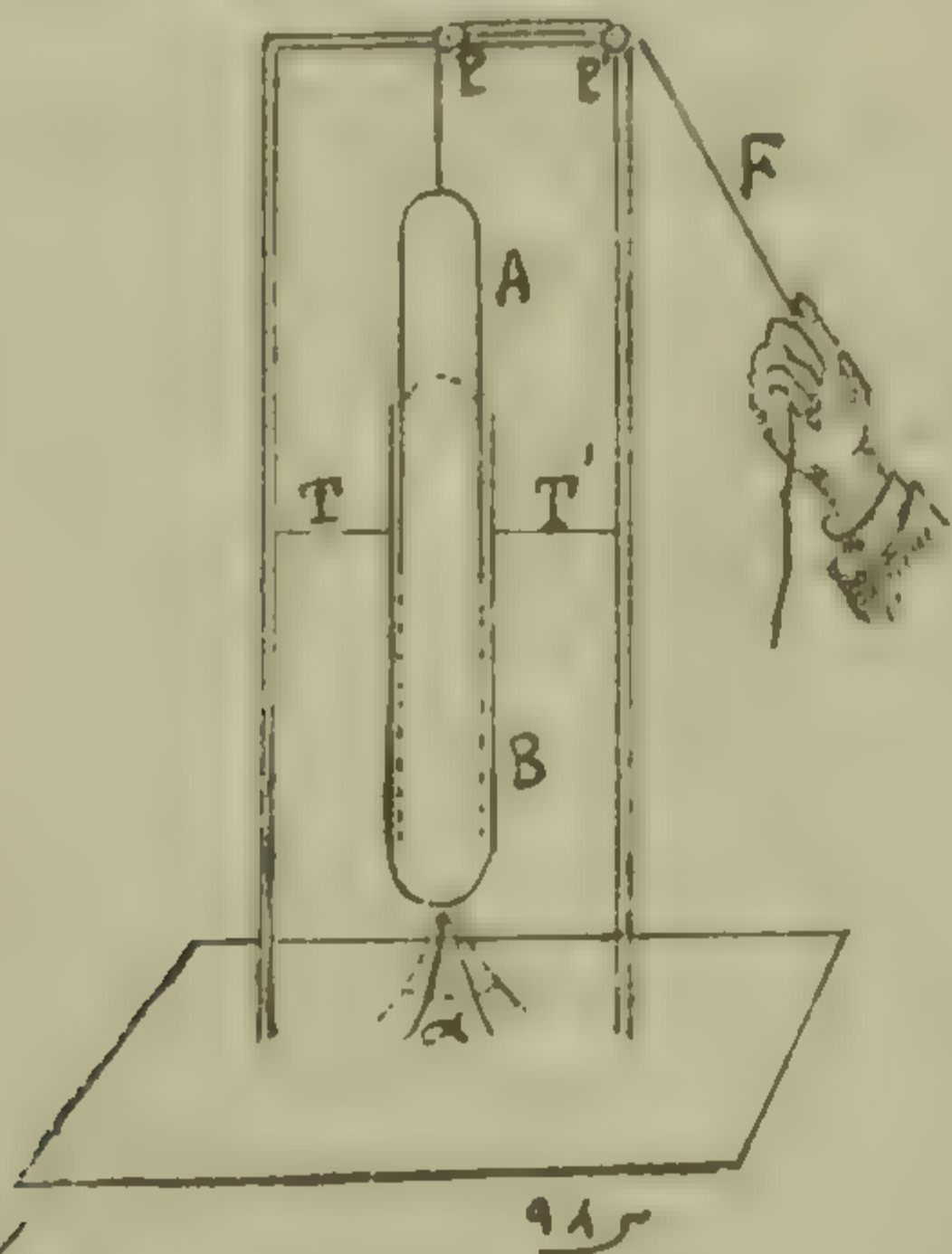
شکل ۹۷ سطح الکتریکی

۲- استوانه فلزی B بواسطه دو میله افقی T و T' در روی چارچوب عایقی نصب
شده باستانی تحتانی آن اولک مضاعفی معلق است. استوانه دیگری مانند A داخل
آن بوده و بواسطه نخ F که از دو سقره P و P' عبور می‌کنند ممکن است آن
بالا و پایین کشید شود

ابتدا این دو استوانه را داخل در هم کرده و جسمی که دارای الکتریسیته است یکی از آنها
بمقتل می‌کنیم. الکتریسیته در استوانه‌های مزبور منتشر شده، دو کلوله اولک از یکدیگر
دور و زاویه مساوی α مابینشان تشکیل می‌شود اما بجهت اینکه استوانه A را بالا

بکسیم و در زاویه α کوچک شده و هر قدر استوانه بالا تر بریم این زاویه کوچکتر میشود

۳- اگر دو استوانه فاراد



که جثتان مختلف و مقدار

الکتریته شان یکی باشد

انتخاب کرده و هر کدام را

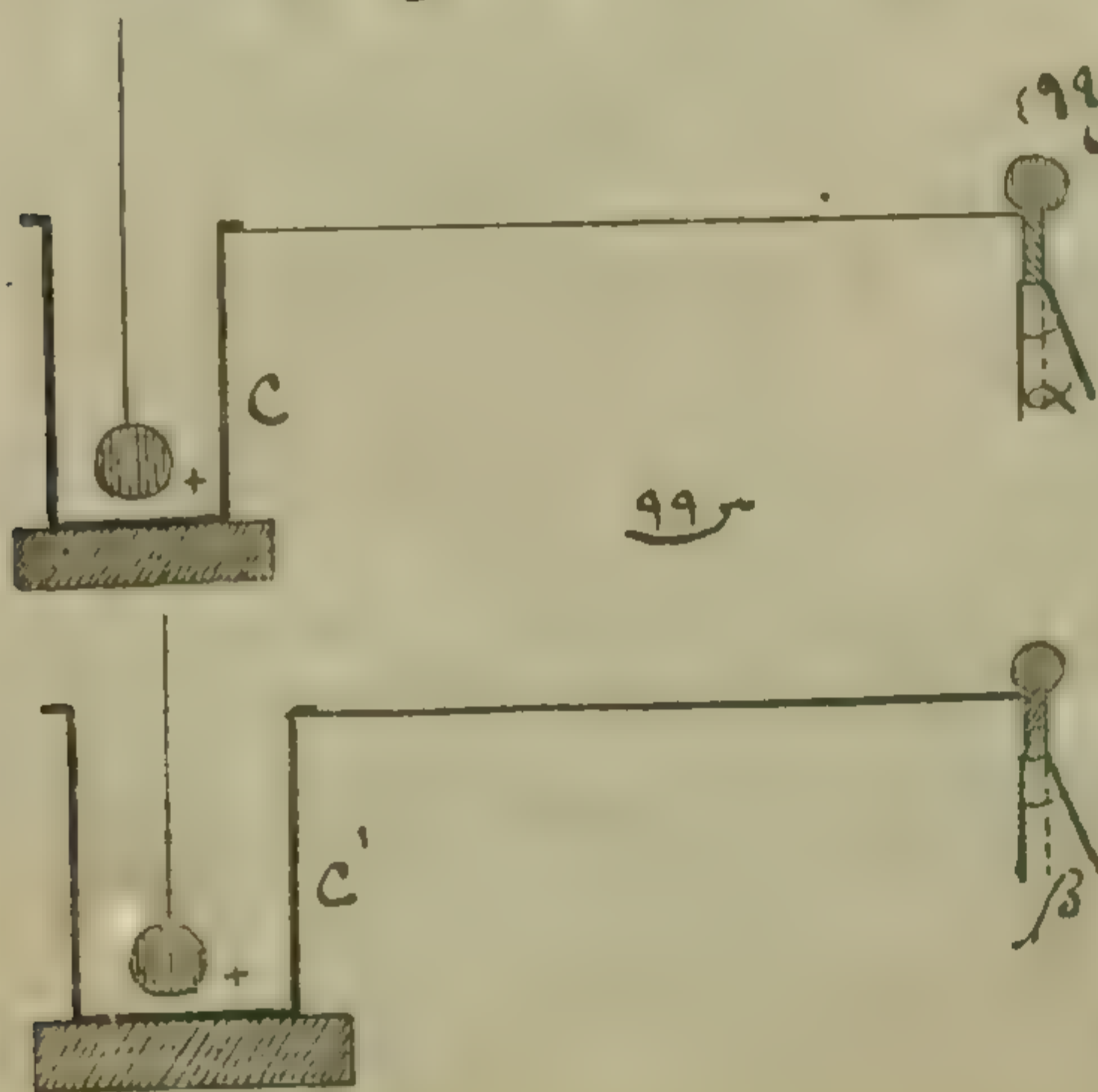
با لکترچکی وصل کنیم دیده

میشود که ورقه های طلا در دو

الکتره سکت یک میزان از هم دور میشوند یعنی زاویه α (متعلق با استوانه کوچکتر) بزرگتر

از زاویه α (متعلق با استوانه بزرگتر) میباشد در اینجا لگویند که سطح الکتریکی دو استوانه

(۹۹ و ۱۰۰) مختلف است (شکل ۹۹)



۴- اگر در تجربه (۳) دو استوانه

C و C' را بواسطه مغناطیس

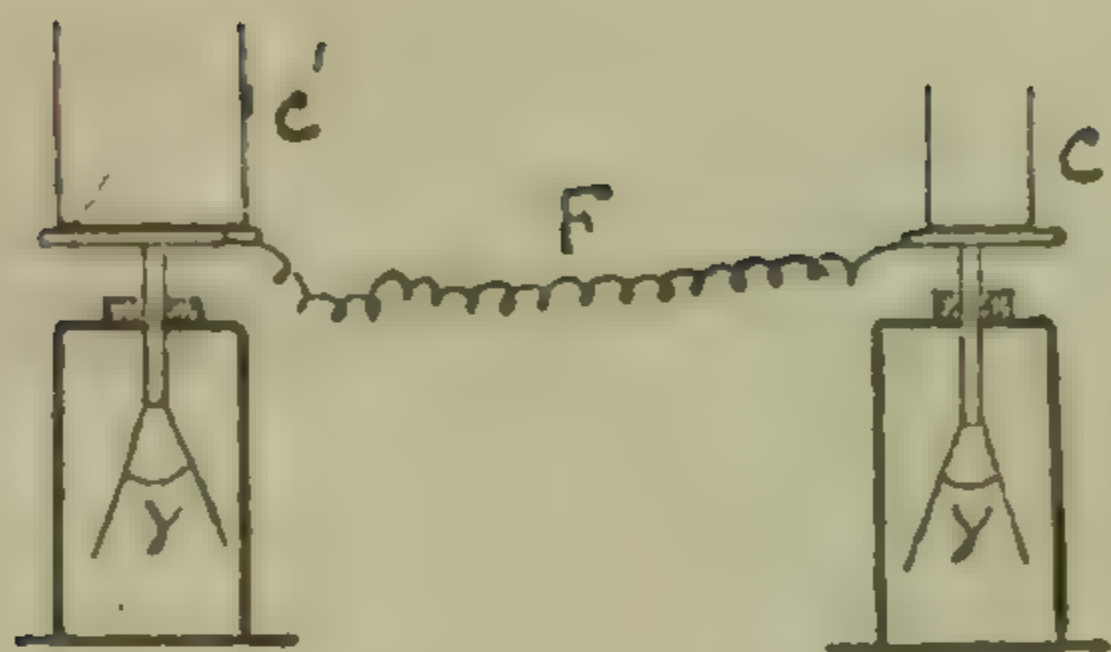
نازکی بهم وصل کنیم (شکل ۱۰۰)

متده جار زاویه α کوچک شده

و زاویه α هر بزرگتر میشود بقتنی که

پس از چند لحظه هر دو
مادی لا میگرد

۴۷۷۷



و بدیهی است که در این
از c به c' جریان
تولید شده و در نتیجه

ست

آن هر دو جسم دارای یک سطح الکتریکی شده اند.

از روی این تجربیات معلوم میشود که فقط دانستن مقدار الکتریسیته یک جسم برای تعیین حالت
الکتریکی آن کافی نیست بلکه حالت الکتریکی هر جسمی تابع دو عامل است یکی مقدار الکتریسیته

Charge و دیگری سطح الکتریسیته Potentiel

ممکن است تجارب فوق الذکر را با مشد ذیل تشبیه کرده و از آنرو کیفیت سطح الکتریکی را بخوبی دریافت
۱- اگر ظروف چندی که شکلشان مختلف ولی ظرفیت آنها یکی باشد اختیار کرده و در همه شان یک مقدار

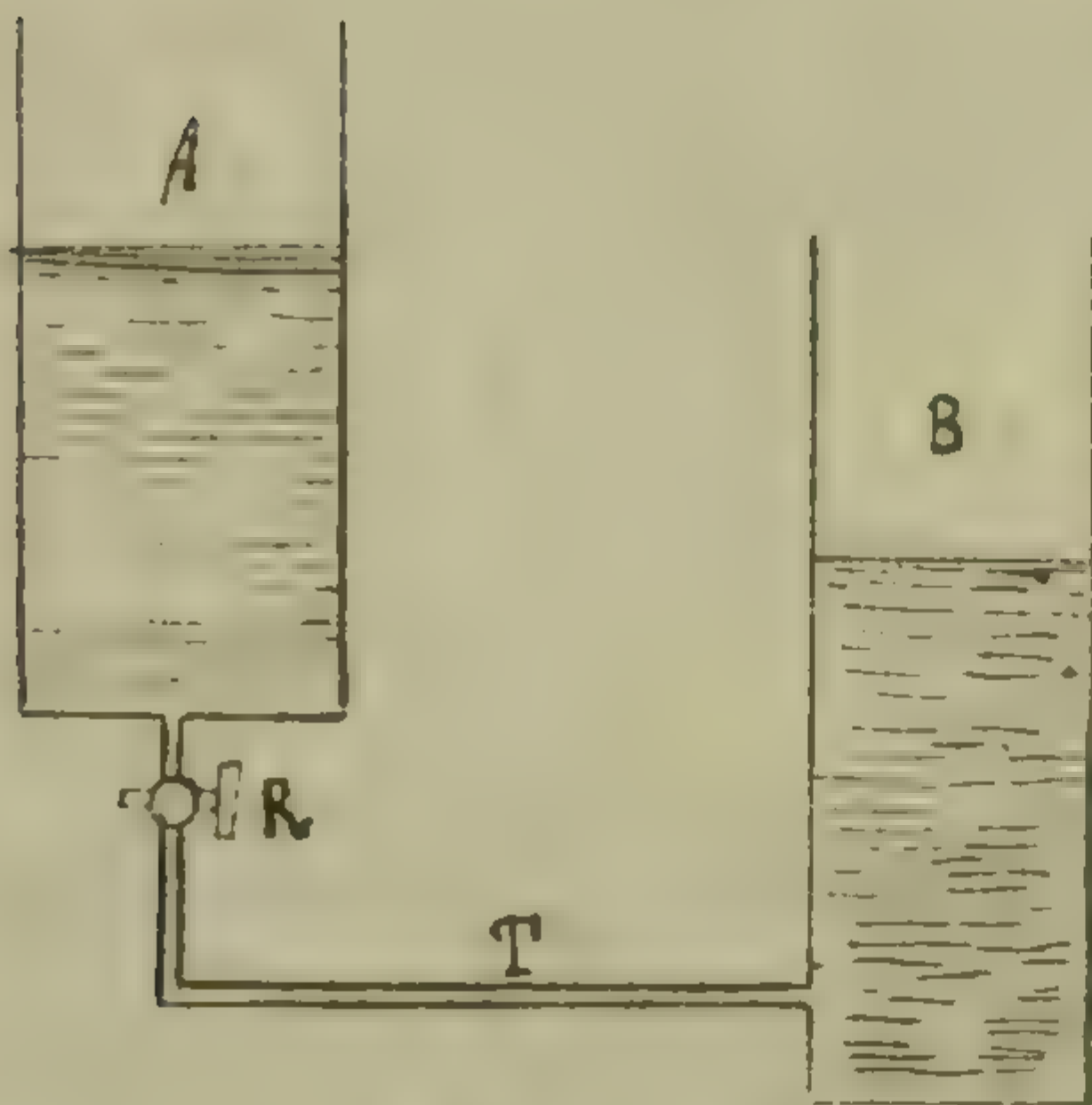
معینی آب بریزیم بدیهی است که هر قدر ارتفاع آب بیشتر باشد فشار وارده بر هر ظرف زیادتر میشود پس

تنها معلوم بودن مقدار آب ظرفی فشار آن را تعیین نمیکند بلکه باید شکل ظرف را هم در نظر داشت

همچنین عده کالری که بمقدار معینی آب داده شود حالت حرارتی آن را (درجه حرارت) معلوم

نیکند با همی که مثلاً ۱۰۰۰ کالری درجه حرارت ۱۰۰ گرم آب اوده درجه بالا بده همان عدد
کالری درجه حرارت ۱۰۰ گرم آب ۱۰۰ درجه ترقی میدهد

۲- دو ظرف A و B که دارای آب است



سواء

بواسطه لوله T بیکدیگر مربوط میشوند

اگر شیر R را باز کنیم جریانی از

ظرف A که سطح آب در آن بالاتر

است بطرف B که سطح آن پایین تر است

تولید میشود و این جریان تا وقتی که

سطح آب در هر دو ظرف یکی نشود است

ادامه خواهد داشت سواء

همچنین اگر مجاورت دو جسم حالت حرارتی آنها تغییر ندهد (یعنی مثلاً پس از مجاورت حجم آنها درجه حرارت
هیچکدام تغییر نکند) گوئیم که درجه حرارت هر دو یکی است و بالعکس



سواء

اگر مجاورت دو جسم سبب

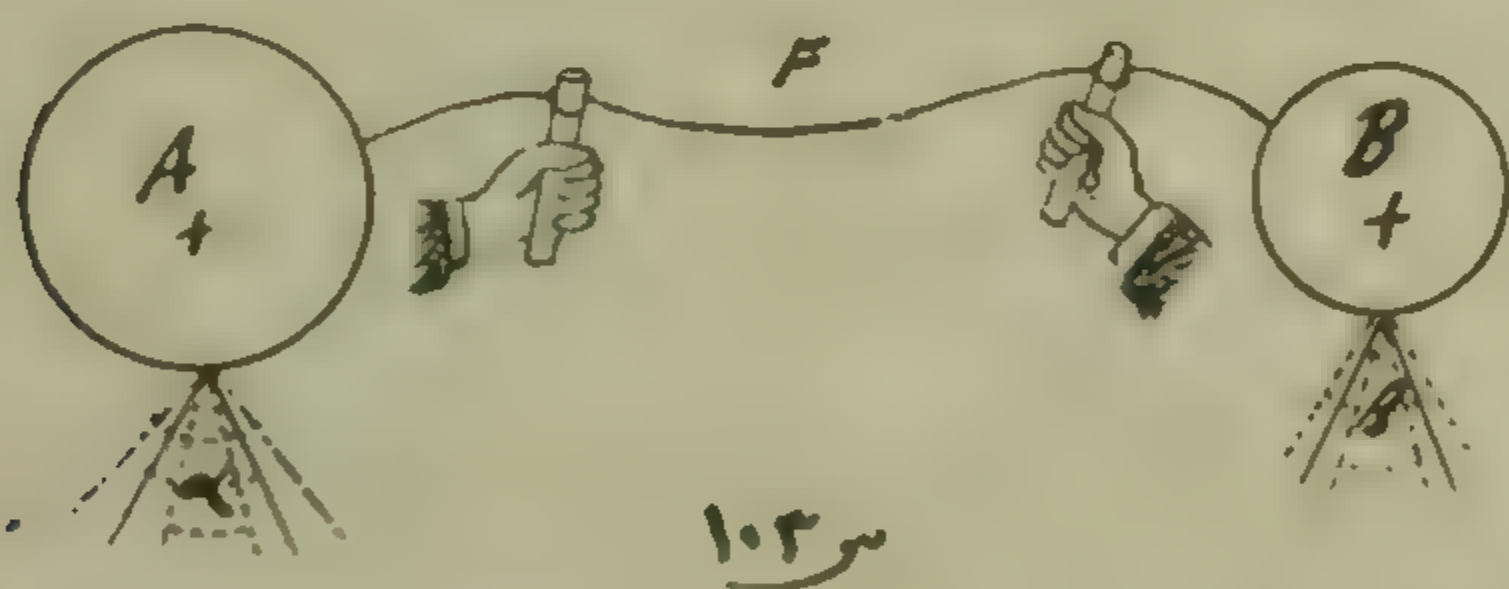
تغییر درجه حرارتشان شود و

میشود که درجه حرارت آنها

مختلف بود است ، پس میتوانیم سطح الکتریکی جسم را در مثال اول با ارتفاع آب در مثال دوم به
عورت تشبیه کنیم .

حال فرض میکنیم که دو جسم A و B از یکدیگر دور بوده و دارای الکتریسیته معکوسی باشند (مثلاً مثبت) بدو جسم مزبور آونگ متناهی نیز آویزان نموده ایم بگونه ای که آونگ از یکدیگر دور شده و در جسم A زاویه مساوی α و در جسم B زاویه مساوی β تشکیل میگیرد پس دو جسم A و B را توسط مفتول A و B میگردانیم. بنا بر آنکه سطح الکتریکی A زیاد تر یا مساوی یا پست تر از آن باشد سه حالت ممکن است اتفاق افتد: ۱۰۳

۱- ارتباط دو جسم A و B بواسطه مفتول A و B هیچ تغییری در زوایای α و β



بر ندادند و همان حالت اول باقی ماند. در این صورت معلوم میشود دو جسم A و B دارای یک سطح الکتریکی میباشند.

۲- ارتباط دو جسم A و B سبب میشود که زاویه α کوچک شده مساوی β میگردد (مثلاً $\alpha < \beta$) در ضمن زاویه β بزرگ شده مساوی α میگردد (مثلاً $\beta < \alpha$) و اینحال گوییم که قبل از ارتباط دو جسم مزبور باید که سطح الکتریکی جسم A بلند تر از

نیکند با همیسی که مثلاً ۱۰۰۰ کالری درجه حرارت ۱۰۰ گرم آب اوده درجه بالا بده همان قدر
کالری درجه حرارت ۱۰ گرم آب را ۱۰۰ درجه ترقی میدهد

۲- دو ظرف A و B که دارای آب است

بواسطه لوله T بیکدیگر مربوط میشوند

اگر شیر R را باز کنیم جریانی از

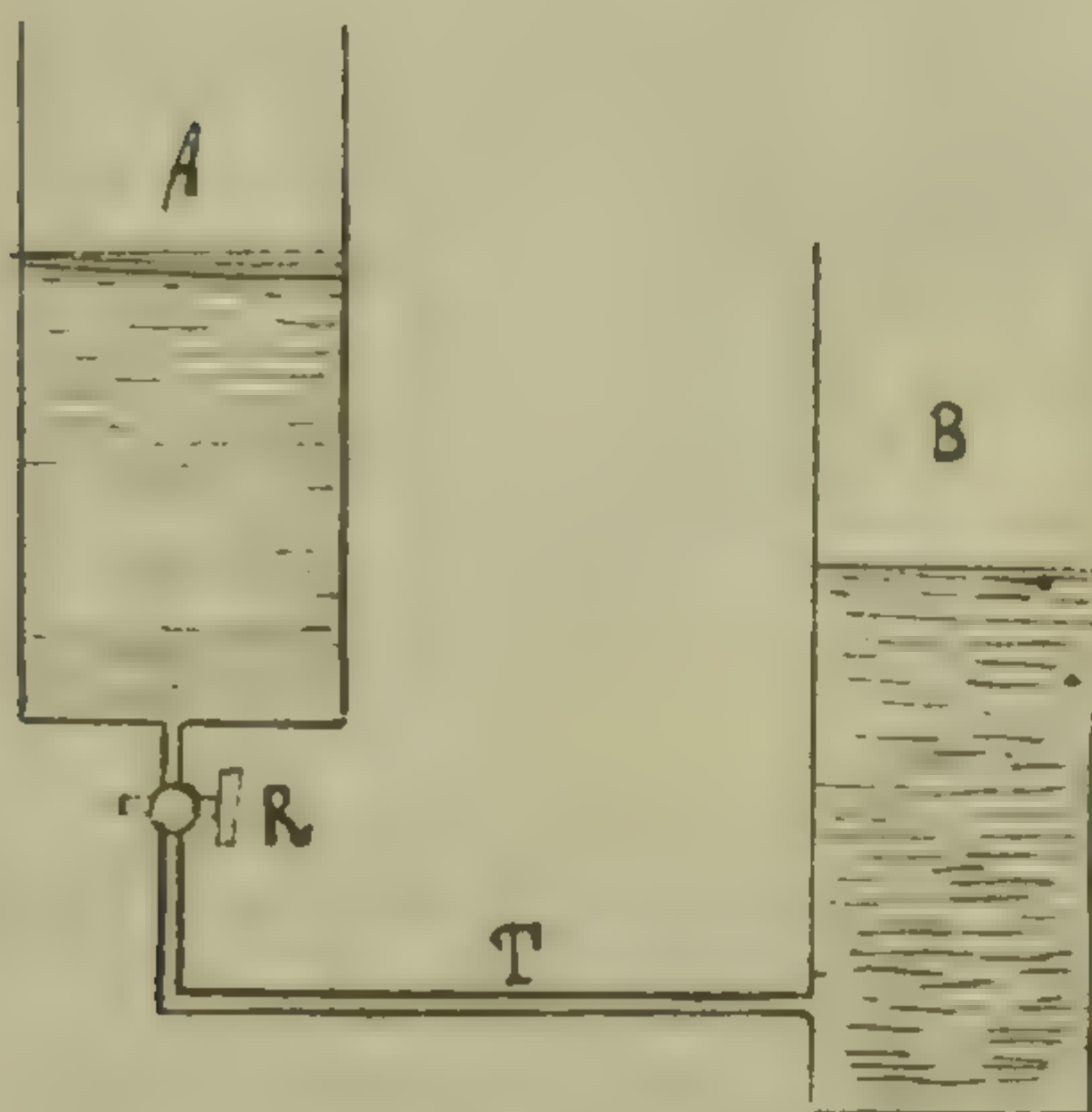
ظرف A که سطح آب در آن بالاتر

است بطرف B که سطح آن پایین تر است

تولید میشود و این جریان تا وقتی که

سطح آب در هر دو ظرف یکی نشود است

ادامه خواهد داشت سرا



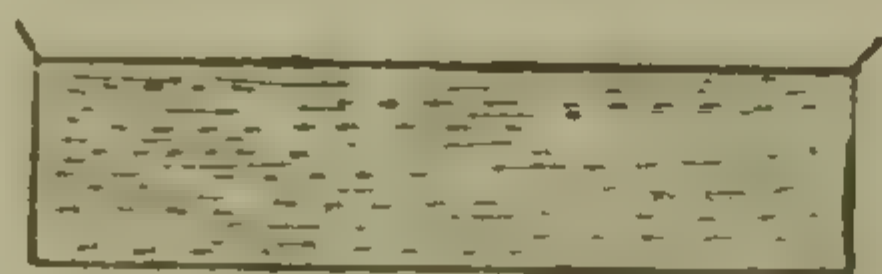
سرا

همچنین اگر مجاورت دو جسم حالت حرارتی آنها تغییر ندهد (یعنی مثلاً پس از مجاورت حجم آنها درجه حرارت
هیچکدام تغییر نکند) گوئیم که درجه حرارت بر دو یکی است بالعکس

اگر مجاورت دو جسم سبب

تغییر درجه حرارتشان شود

میشود که درجه حرارت آنها

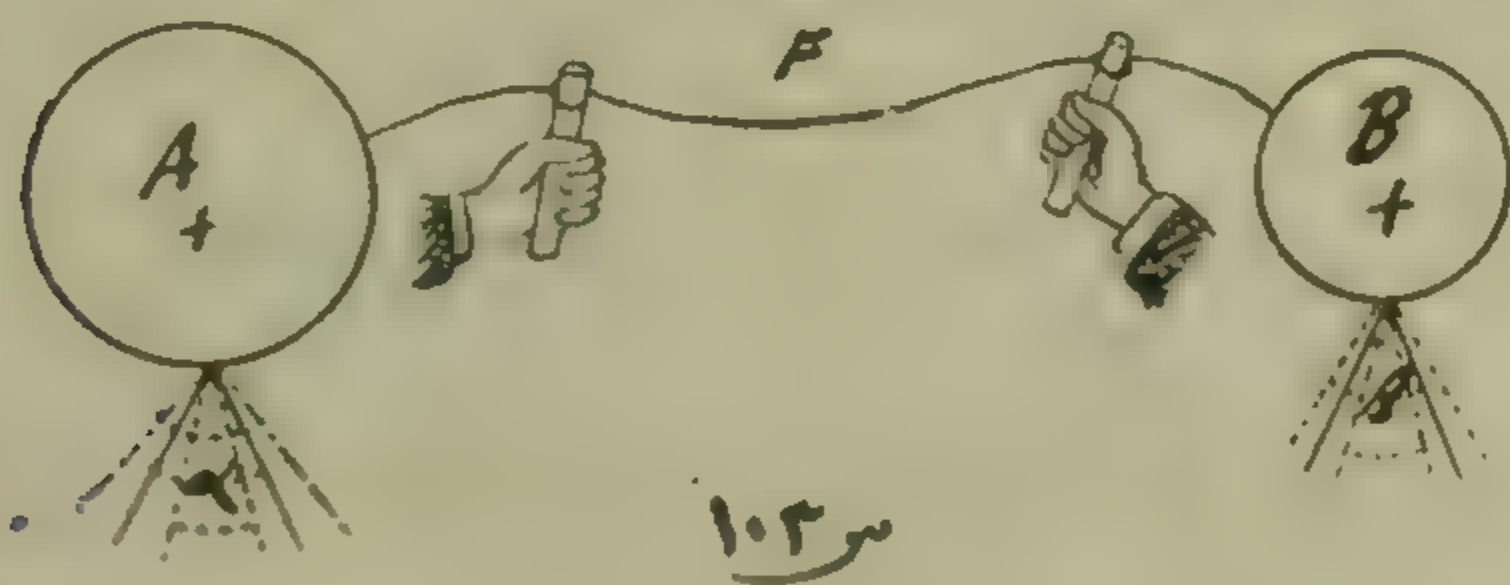


سرا

مختلف بود است ، پس می توانیم سطح الکتریکی آب را در مثال اول با ارتفاع آب در مثال دوم بزرگ
حرارت تثبیه کنیم .

حال فرض میکنیم که دو جسم A و B از یکدیگر دور بوده و دارای الکتریسیته معلومی باشند (مثلاً مثبت) بدو جسم نزدیک آورده و نیز آن نمود و ایم بگلوله‌ای آونک از یکدیگر دور شده و در جسم A زاویه مساوی α و در جسم B زاویه مساوی در تشکیل میگردد پس دو جسم A و B را بتوسط مفتول A و B میگردانیم و میگوئیم بنا بر آنکه سطح الکتریکی A زیادتر یا مساوی یا پست تر از آن باشد سه حالت ممکن است اتفاق افتد: ۱۰۳

۱- ارتباط دو جسم A و B بواسطه مفتول A و B هر یک تغییر در زوایای α



در نهاده و بهمان حالت اول باقی مانده در این صورت معلوم میشود دو جسم A و B دارای یک سطح الکتریکی میباشند

۲- ارتباط دو جسم A و B سبب میشود که زاویه α کوچک شده مساوی β میگردد ($\beta < \alpha$) در ضمن زاویه β بزرگ شده مساوی γ میگردد ($\gamma > \alpha$)
و اینحال گوئیم که قبل از ارتباط دو جسم نزدیک گیر سطح الکتریکی جسم A هر چند ترا از

B بوده و پس از اتصال مقدار الکتریته A در B منتشر شده و هر دو هم سطح
شده اند .

۳- اتصال دو جسم A و B زاویه \propto را بزرگ و مساوی \propto کرده و در یک
عدد درجات زاویه قرار گاشته است (فرض) یعنی بالآخره مقدار الکتریته از جسم
B که سطح الکتریکی آن بلندتر از A بود است در این یکی منتشر شده و هر دو در یک سطح قرار
گرفته اند $\propto = \propto$ پس بطور کلی چنین نتیجه میشود که هرگاه دو جسم دارای الکتریته یکدیگر
مربوط شوند مقدار الکتریته از جسمی که سطح الکتریکی آن بلندتر است در جسم دیگر منتشر
شده و هر دو هم سطح میشوند حال اگر جسمی را که دارای الکتریته مثبت است یا زمین مقایسه کنیم
نخواهیم دید که پس از اتصال جسم با زمین الکتریته آن داخل در زمین میشود پس :
سطح الکتریکی زمین $>$ سطح الکتریکی اجسامی که دارای الکتریته مثبت هستند .
و اگر جسم دارای الکتریته منفی را با زمین ربط دهیم چنین نظر میرسد که مقدار الکتریته از زمین
داخل آن میشود پس :

سطح الکتریکی اجسامی که دارای الکتریته منفی هستند $>$ سطح الکتریکی زمین .

از اینجا معلوم میشود که سطح الکتریکی زمین حد فاصل مابین سطح الکتریکی اجسام دارای اقسام
و گاه الکتریته میباشد و باینجه است که سطح الکتریکی آن را مبدأ قرار داد و بعد صفر نمایش

میدهند .

این نکته را باید طاعت بود که با اینکه در اجسام مادی الکتریسیته بیشتر در نوک و انتها و یا در زوایا جمع میشود و معذلك سطح الکتریکی در تمام نقاط آن یکسان است چنانکه اگر در جسم صغیری شکل A که دارای الکتریسیته است آونگهای مضاعفی بنقاط مختلف آن آویزان کنیم در دو انتهای آن طولی را بیشتر از سایر نقاط از هم دور میشوند در صورتیکه اگر یک انتهای مسئول F را با الکتریک



E متصل نموده انتهای دیگر آن را در فضا مختلف جسم A حرکت دهیم همه حال

زاویه α ثابت و تغییر ناپذیر میماند (شکل ۱۰۲)

(ظرفیت الکتریکی)

بتجربه ثابت شده است که هرگاه مقدار الکتریسیته Charge جسم مادی

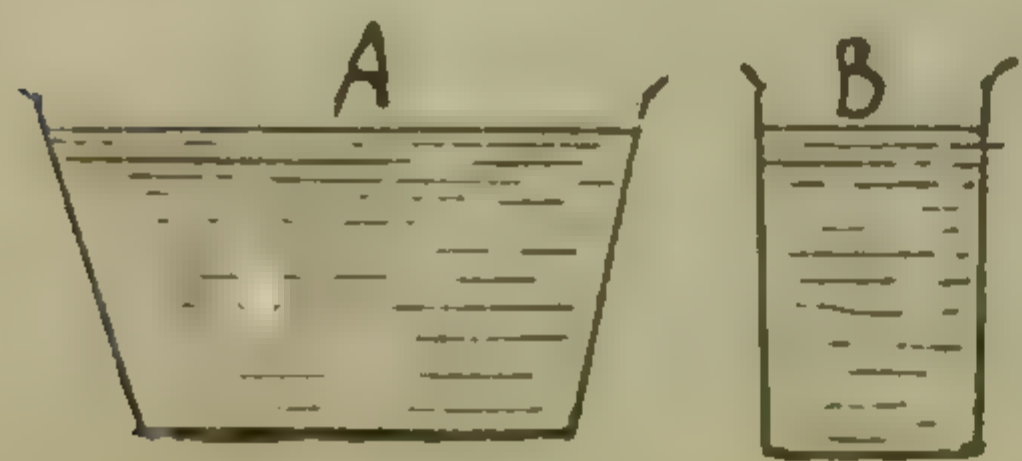
دو برابر شود ... برابر گردد و سطح الکتریکی آن نیز مضاعف میماند ... برابر خواهد شد

پس اگر مقدار الکتریسیته را Q و سطح الکتریکی جسمی را V فرض کنیم چنین خواهیم داشت

$$Q = C \cdot V \quad \text{یا} \quad \frac{Q}{V} = C$$

این مقدار را ظرفیت جسم نامند و با *Capacite* ترجمه می‌کنند و آن
مستوان بطریق ذیل تعریف کرده: ظرفیت الکتریکی هر جسمی عبارت از رابطه است
که بین مقدار الکتریسیته و سطح الکتریکی آن جسم موجود است و این مقدار تا
وقتی که عوامل خارجی در جسم تأثیر نکنند مقدار ثابت
ظرفیت الکتریکی فقط مربوط به شکل هندسی و وسعت جسم می‌باشد

مثلاً اگر دو کلوله مسی اختیار کنیم که حجم یکی چند برابر دیگری بوده و بنحویه جسم که سطح الکتریکی در آن
آنها یک میزان برسد ناچاریم که مقدار الکتریسیته کلوله بزرگتر را بنحی که برابر آن دیگری برسانیم
همچنان که اگر دو ظرفی مثل A و B که حجم یکی دو برابر دیگری است آب ریخته و بنحویه
که سطح آب در هر دو یکسان باشد ناچاریم که در ظرف A دو برابر ظرف B آب بریزیم
ظرفیت الکتریکی تا موقعی که جسم در تحت تأثیر جسم الکتریزه دیگری واقع نشده باشد ثابت است و آن
الکتریکی جسم تغییر میکند چنانکه



ممکن است یک جسمی که حجم آن
چندان زیاد نباشد مقدار زیادی الکتریسیته

ذخیره میشود

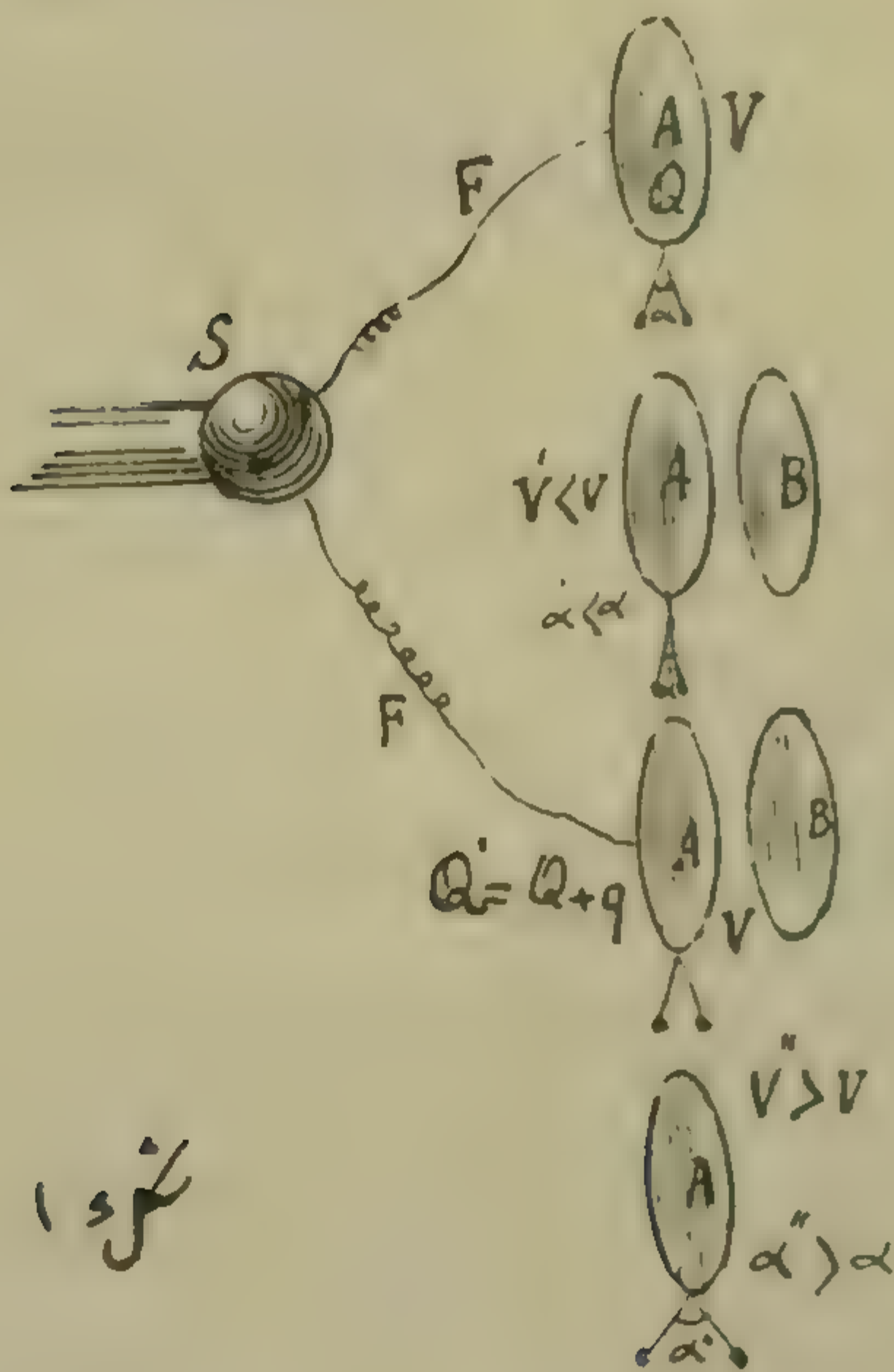
تکالیف الکتریسیته

ظرفیت الکتریکی اجسام در نتیجه تأثیر عوامل مختلفه ممکن است تغییر پذیرد چنانکه از تجربیات

ذیل واضح میشود:

جسم مادی A در روی پایه عایقی نصب و اولت مضاعفی بر زیر آن متصل است. بوسیله مفول نازک F جسم A را با ماشین الکتریک S که سطح الکتریکی آن مساوی V و ثابت است بوط میکنیم. مقداری الکتریسیته مثلاً با اندازه Q از ماشین در جسم A شده سطح الکتریکی آن را به V میرساند و باین جهت کلوله مای اولت از هم دور شده زاویه α بین شان تشکیل میشود. پس از این عمل ارتباط جسم A را با ماشین قطع کرد و جسم دیگری مانند B را که پایه عایقی دارد بآن نزدیک میکنیم، در اثر مجاورت در جسم B مقداری الکتریسیته که جنساً مخالف الکتریسیته A است حادث شده و سبب میشود که سطح الکتریکی جسم A از V تنزل کرده به V' برسد و زاویه بین کلوله مای اولت هم کوچکتر شده با اندازه α' گردد. در اینجا با مقدار الکتریسیته جسم A هیچ تغییری نکرده معذک چون سطح الکتریکی آن پائین آمده است لذا ظرفیت آن زیاد شده است زیرا مطابق دستور $Q = C \cdot V$ چون در مقدار V نقصان حاصل شده

پس قاعده بایستی مقدار C یعنی ظرفیت الکتریکی زیاد شود



شکل ۱

حال اگر در ضمن اینکه جسم B مجاور A واقع شده آن را مجدداً با شین ارتباط دهیم چون سطح الکتریکی آن از V به V' نقصان یافته است بنابراین مقداری الکتریسیته مثلاً q از شین وارد جسم A میشود و سطح الکتریکی آن را دوباره از V به V' برقی میدهد و ضمناً باز کلونهای اولی از هم دور شده زاویه اولی α بین شاین تشکیل میشود و در اینحال مجموع مقدار الکتریسیته جسم A با اندازه $Q + q$ خواهد بود

پانچه دوباره رابطه جسم A را با ماشین قط و جسم B را هم از آن دور کنیم سطح الکتریکی آن V و میزان الکتریسیته آن $Q+q$ خواهد بود پس در این صورت مطابق دستور

$$\frac{Q}{V} = C \quad \text{بماند ظرفیت الکتریکی جسم A ترقی کرده است}$$

برای اینکه باز هم ظرفیت الکتریکی جسم A زیاد تر شود و یا عبارت دیگر بتواند مقدار زیاد

الکتریسیته در خود ذخیره کند جسم B را که بر زمین اتصال دارد بان نزدیک کنیم این دفعه

باز سطح الکتریکی آن منزل کرده مثلاً به V_1 میرسد و برای اینکه مجدداً از V_1 به V_2 ترقی

کند بایستی مقداری الکتریسیته از ماشین داخل جسم A شود اگر در همین تجربه صحنه عایقی

مثل پارافین و ابونت مابین جسم A و B حائل باشد سطح الکتریکی جسم A خیلی بیشتر

دفعه اول منزل کرده و ظرفیت الکتریکی آن بمراتب زیاد تر میشود .

بنابر آنچه که گفتیم معلوم میشود که بر اثر مجاورت اجسام مادی و عسل دیگر ممکن است ظرفیت

الکتریکی جسمی زیاد شده باینجه مقدار خیلی زیادی الکتریسیته در خود ذخیره کند این عمل ذخیره

کردن الکتریسیته را در علم فیزیک "کاثف الکتریسیته" Condensation

اصطلاح کرده اجسامی که در آنها الکتریسیته جمع میشود حازن الکتریسیته

Condensateur نامند جسم A را Collecteur و جسم B را

Condenseur موسوم کرده اند

آلات تکانش الکتریسیته - متعل ترین اقسام خازن الکتریسیته بطریقی
 است Bouteille de Leyde و آن عبارت از شیشه است (مطابق شکل
 ۱۰۸) که در قعرش بطح داخلی آن چسبیده و میله مسی از وسط چوب میله آن چسبیده
 عبور می نماید - انتهای خارجی این میله خم شده منتهی بگلوله S می شود و انتهای تحتانی
 آن معمولاً به شعبه منقسم شده و ورقه پوشیده شده و بواسطه مفتولی بر زمین متصل است ورقه
 داخلی را سلاح داخلی و ورقه خارجی آن را سلاح خارجی اصطلاح کرده اند



۱۰۸



۱۰۹

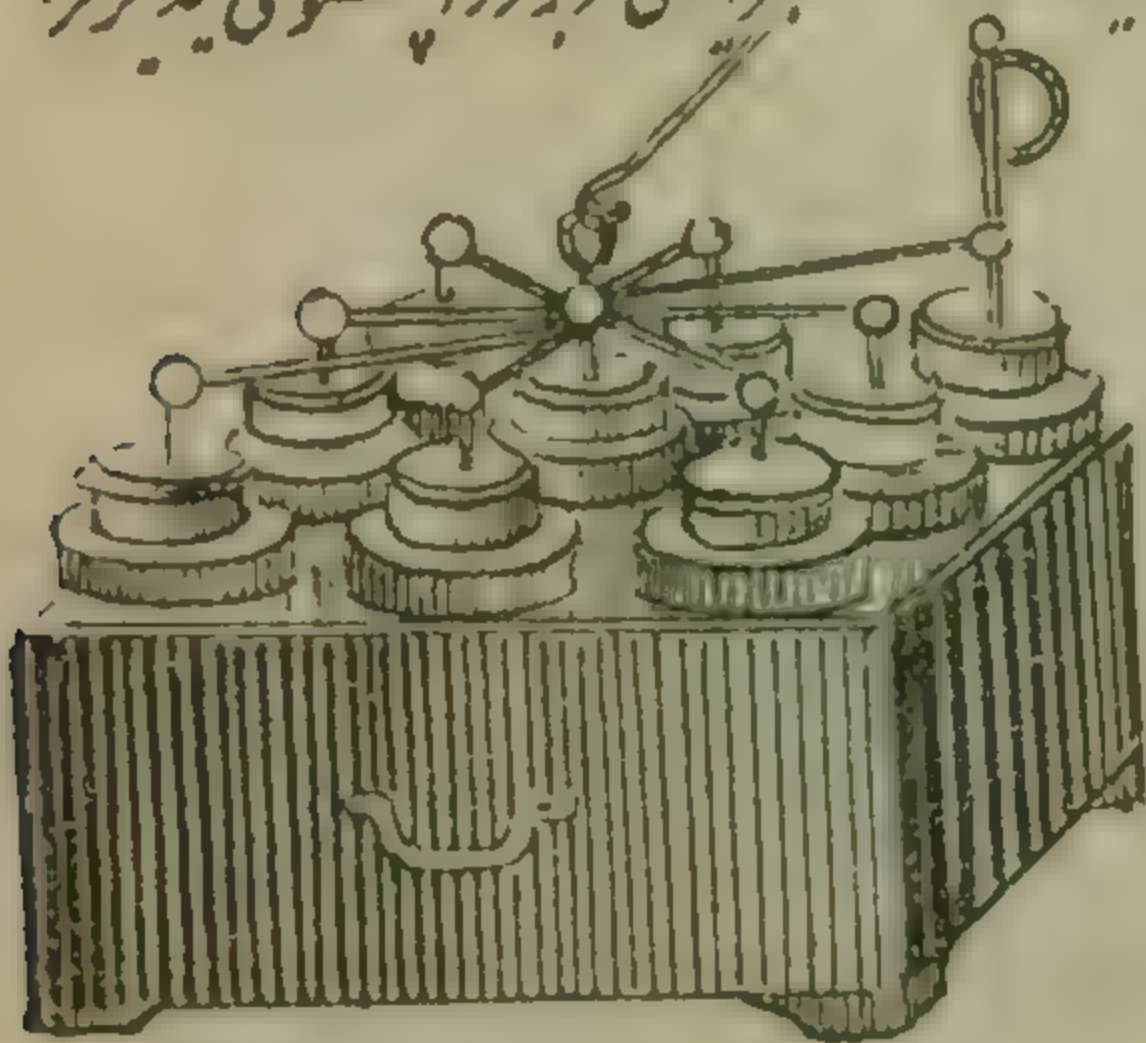
گاهی درون شیشه بعضی
 ورقه قطع ورقه های طلا یا
 فلز دیگر قرار میدهند برای
 پر کردن بطری لید از الکتریسیته
 گلوله که آنرا با شین الکتریکی

مربوط کرده مقدماتی الکتریسیته در آن ذخیره میکنند .

اگر بوسیله مفتول مادی سلاح خارجی و داخلی بطری لید را بسکید کمرزدیک کنیم فوراً جرقه تولید
 الکتریسیته آن از زمین میرود معمولاً این عمل بواسطه میله فلزی شکل V که بهر یک دسته عایقی مربوط

است انجام میدهند

برای اینکه مقدار زیادی الکتریسیته را تکاثف کنند بطریهای بزرگتری موسوم به *garre* درست میکنند که ساختمان آنها شبیه به بطری لید است. بطریهای مزبور را پهلوی یکدیگر قرار



داوده سطح سلاح خارجی آنها را بیکدیگر مربوط میسازند. این بطریها در درون جعبه های چوبی قرار گرفته اند که داخل آنها از یک ورقه قلع پوشیده شده و سلاح خارجی آنها محبوب کرد اجتماع آلات

س ۱۰۹

مزبور را Batterie électrique مینامند

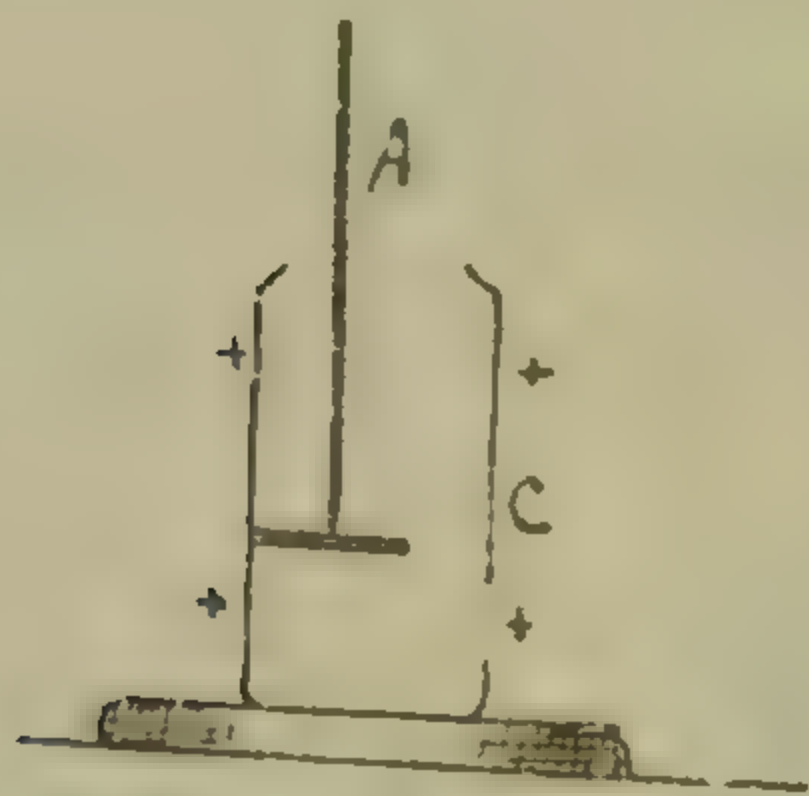
فصل چهارم اصول ماشینهای الکتریک

بر مبنایی که تولید الکتریسیته کند آن را ماشین الکتریک مینامند

برای اینکه اساس ماشینهای الکتریک خوب استنباط شود فرض میکنیم جسم فلزی که دسته عایقی دارد دارای الکتریسیته باشد ابتدا این جسم را در استوانه مانند دار کرده بطح داخلی آن متصل میکنیم، الکتریسیته A داخل در استوانه شده بطح خارجی

آن اتصال پیدا میکند و هر قدر که این عمل تکرار شود مقدار الکتریسیته بتواند اضافه شود

و سطح الکتریکی آن ترقی (شکل ۱۱۰)



سور ۱۱۰

ولی اگر جسم A عایق الکتریسیته

باشد اتصال آن به سطح داخلی نتواند

برای انتقال الکتریسیته آن کافی

نیت و باید برای رفع این اشکال

سطح داخلی استوانه را از میله های نوک تیزی مفروض می سازند (شکل ۱۱۱)

از مجاورت الکتریسیته مخالف الکتریسیته A در سطح داخلی استوانه تولید شده الکتریسیته

در سطح خارجی آن احداث شود مثلاً اگر جسم A دارای الکتریسیته مثبت باشد در سطح داخلی

استوانه الکتریسیته منفی در سطح خارج آن الکتریسیته مثبت ایجاد میشود

ولی الکتریسیته که در سطح داخلی استوانه مستقر است در اینجا باقی مانده از نوکها خارج

میشود و الکتریسیته جسم A را خنثی میکند و باین تدبیر استوانه مزبور دارای الکتریسیته

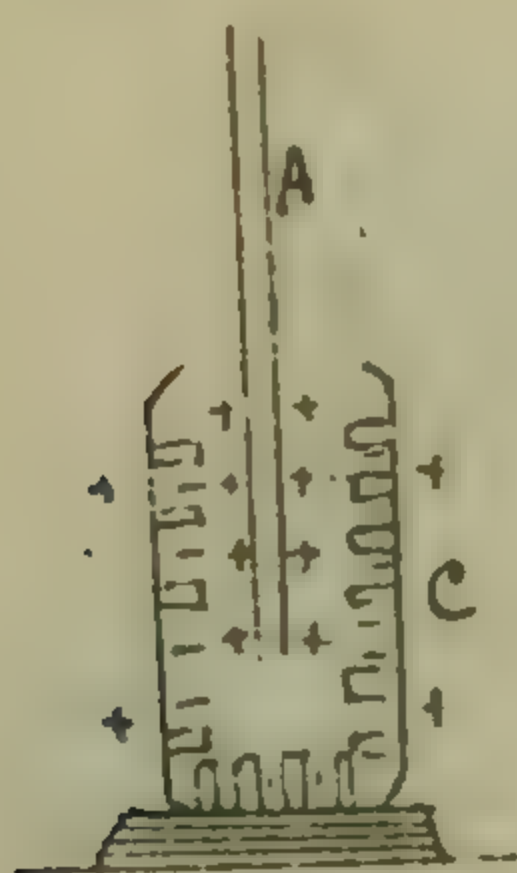
و محض با الکتریسیته جسم A میشود .

از اینجا معلوم میشود که برای تولید الکتریسیته سه قسمت اصلی لازم است : اول دستگاه

مولد الکتریسیته *Producteur* دوم دستگاه نقاله (A)

Transporteur و سوم دستگاه خازن الکتریته (C)

Collecteur



س ۱۱۱

بر حسب اینکه تولید الکتریته در

نتیجه اصطکاک و یا مجاورت

(الکتریته القایی) باشد ماشینها

الکتریک را به دو قسمت تقسیم نمایند

اول ماشینهای اصطکاکی دوم ماشینهای القایی

ماشینهای اصطکاکی

کاملترین ماشینهای اصطکاکی ماشین رامسدن Ramsden است

این ماشین مرکب از یک صفحه شیشه است که بواسطه دسته در حول محور افقی حرکت میکند

این صفحه در دو نقطه A و B از وسط و بالاش چرمی عبور کرده و در حین دوران

شدیداً با آنها اصطکاک پیدا میکند . در دو انتهای قطر افقی صفحه دو میله خمیده به شکل

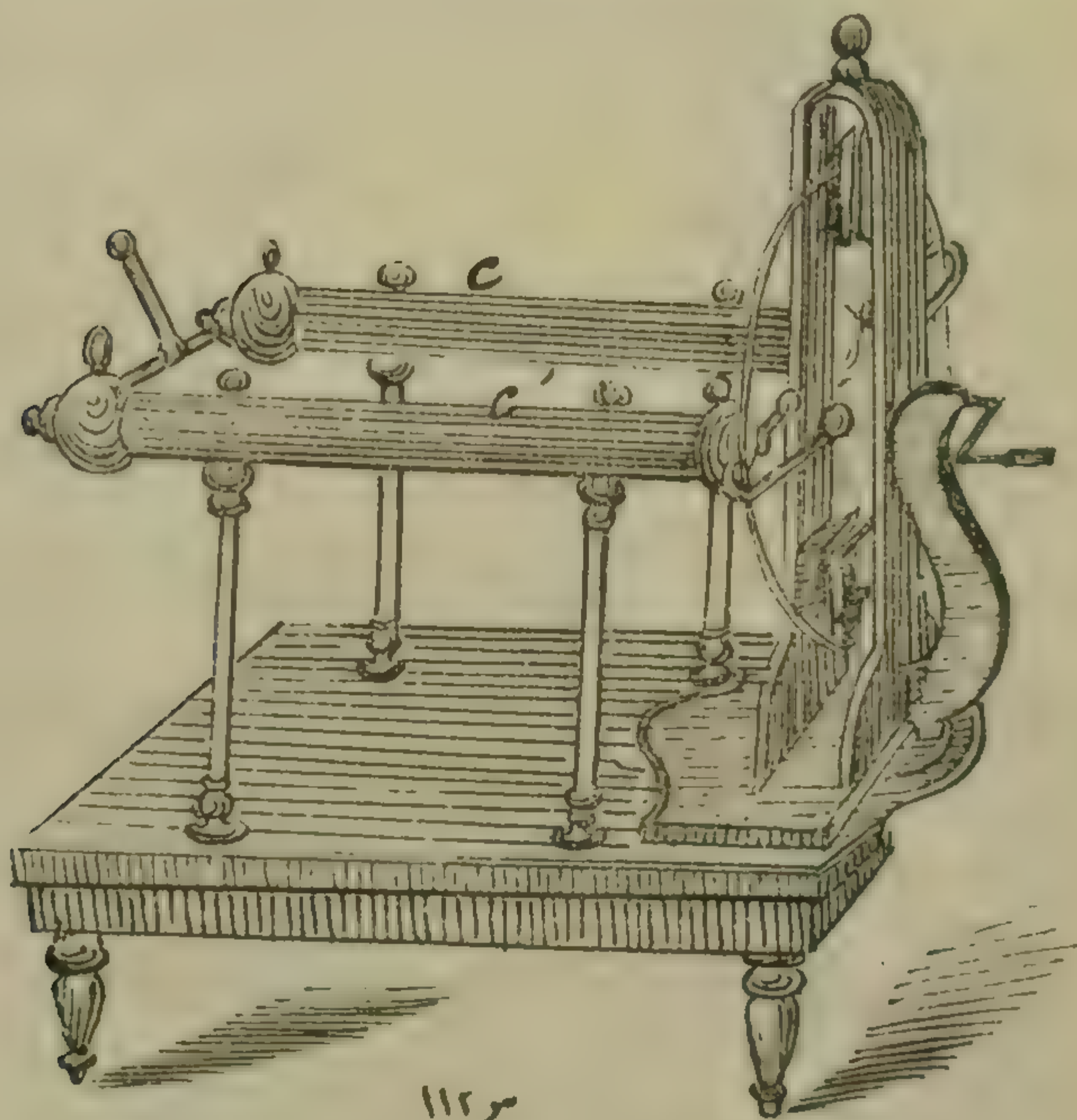
U قرار دارد که در سطح داخلی آن دندانهای زیادی شکل شانه دیده میشود این

میله ها از یک طرف مجاور صفحه بوده و از طرف دیگر به دو ستوانه مادی C و C' که

در روی پایه های عایقی نصب اند اتصال دارند س ۱۱۲

طرز تولید الکتریسیته در عمل ماشین از این قرار است :

در نتیجه دوران صفحه و اصطکاک آن با بالشت های چرمی در سطح خارجی آن تولید الکتریسیته مثبت می شود ، این الکتریسیته پس از مجاورت صفحه با شانه ها در آنها تولید و دو قسم الکتریسیته می کند



مر ۱۱۲

یکی الکتریسیته مثبت که بواسطه مید P با ستوانه های مادی C و C' منتقل می شود و دیگری

الکتریسیته منفی که از نوکها خارج شده الکتریسیته صفحه شیشه را خنثی می نماید ^{۱۱۳}

عبور صفحه مزبور از وسط شانه ها مثل این است که تمام الکتریسیته خود را با آنها انتقال داده بایست ^{نظر}

همیشه نصف صفحه دارای الکتریسیته مثبت و نصف دیگر عاری از آن است



۱۱۳

در ماشینهای رامدن قدر
سطح اصطکاک و شدت دور
زیادتر باشد الکتریسیته بیشتر تولید
میشود چنانکه ماشینهای آلمانی
قسم ساخته اند که قطر صفحه آن ها
۲۷ متر بوده (موسسه دانش)

لندن) و با آن ممکن است حرقه های بفاصله ۵۰ میلیمتر تولید نمود . ولی امروز این نوع ماشینها
بیچ مورد استعمال ندارند زیرا بوسائل دیگری که بعد ذکر میکنیم میتوان به قدر بیشتری الکتریسیته
تولید نمود .

ماشینهای القایی

این نوع ماشینها بهتر از ماشینهای نوع اول بوده و مقدار الکتریسیته حاصله هم
خیلی زیادتر است اقسام این ماشینها بسیار و ما فقط دو قسم آن را که بیشتر مورد
دارند ذکر میکنیم :

۱- الکترفور Electrophore - این آلت مرکب است از یک صفحه

پارافین و یا کجیم عایق دیگری که در روی صفحه از فلز نصب شده و یک تیغه فلزی A از وسط آن عبور میکند. یکسایز تیغه از صفحه خارج و سر دیگر آن مربوط بر زمین است. صفحه فلزی دیگری هم مانند B را که دسته عایقی دارد طوری روی صفحه عایقی میگذاریم که با تیغه تماس شود در این صورت بدیهی است که صفحه B با زمین هم ارتباط حاصل میکند.

حال اگر صفحه عایقی را با پارچه شیمی و یا پوست گریز مالش دهیم الکتریسیته منفی در آن تولید شده و در سطح منتشر شود و چون صفحه فلزی را روی آن بگذاریم بر اثر مجاورت دو قسم الکتریسیته در این صفحه احداث میشود یکی الکتریسیته مثبت در سطح تحتانی آن منتشر شده و مجدداً بکلیت پارافین میشود دیگری الکتریسیته منفی که بواسطه ارتباط با زمین از زمین میرود و چنانچه آن را که دارای الکتریسیته مثبت در آن باقی میماند و چون این صفحه را که دارای الکتریسیته مثبت است بسطح داخلی استوانه فاراده انتقال دهیم الکتریسیته آن با استوانه منتقل شده و در سطح خارجی آن منتشر میشود و از مکرار این عمل هر قدر که بخواهیم میتوانیم الکتریسیته در استوانه

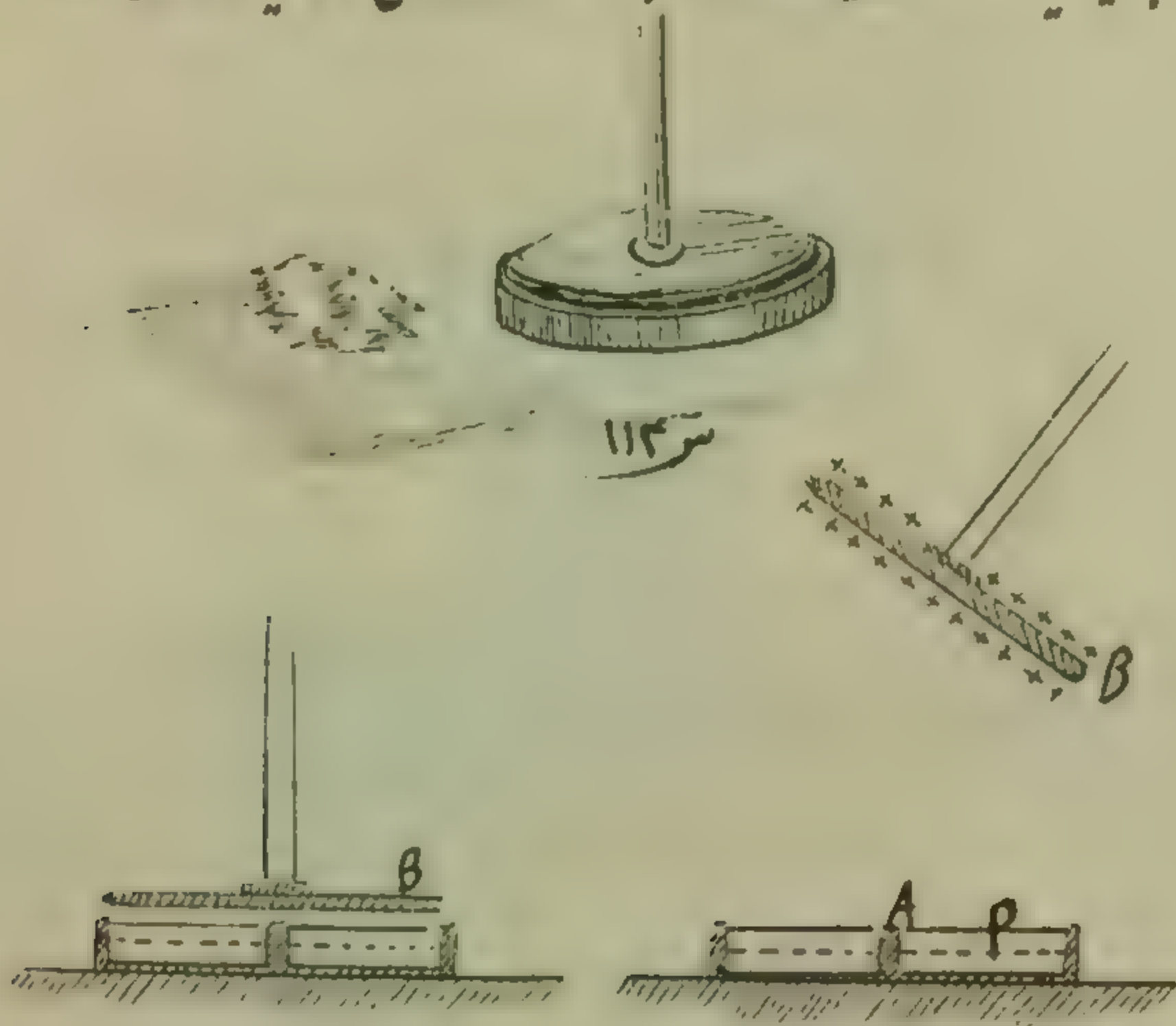
ذخیره نماییم. ص ۱۱۴-۱۱۵

۲- ماشین بخور پس — این ماشین متعلّق ترین ماشینهای اتقانی

بوده و در اغلب لابراتوارها دیده میشود. شکل ۱۱۶

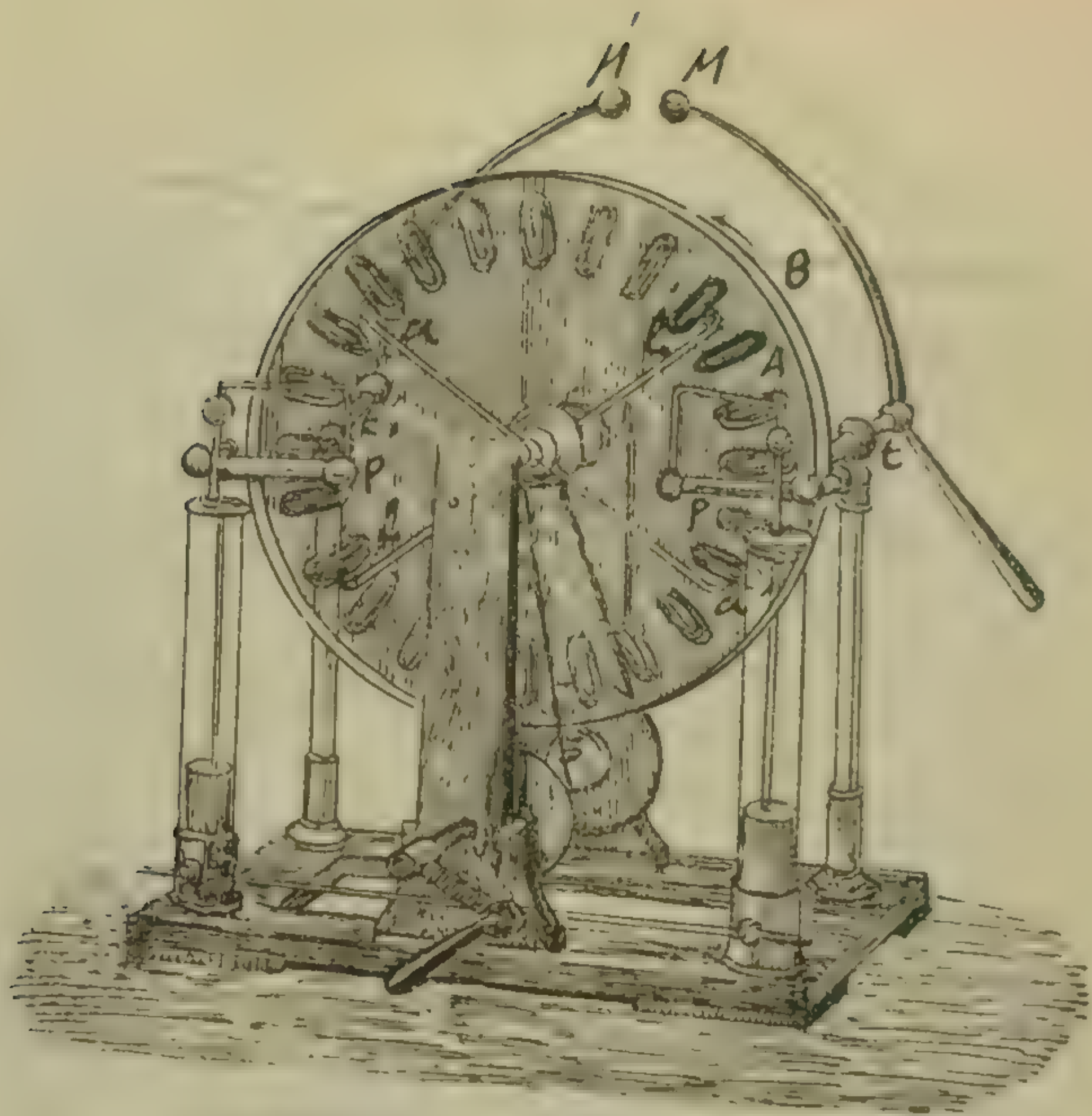
ماشین بخور پس مرکب از دو صفحه شیشه A و B است که هر دو در حول یک محور افقی

بر خلاف جهت یکدیگر دوران میکنند در جلو صفحه قدامی A میله نادی aa قرار دارد

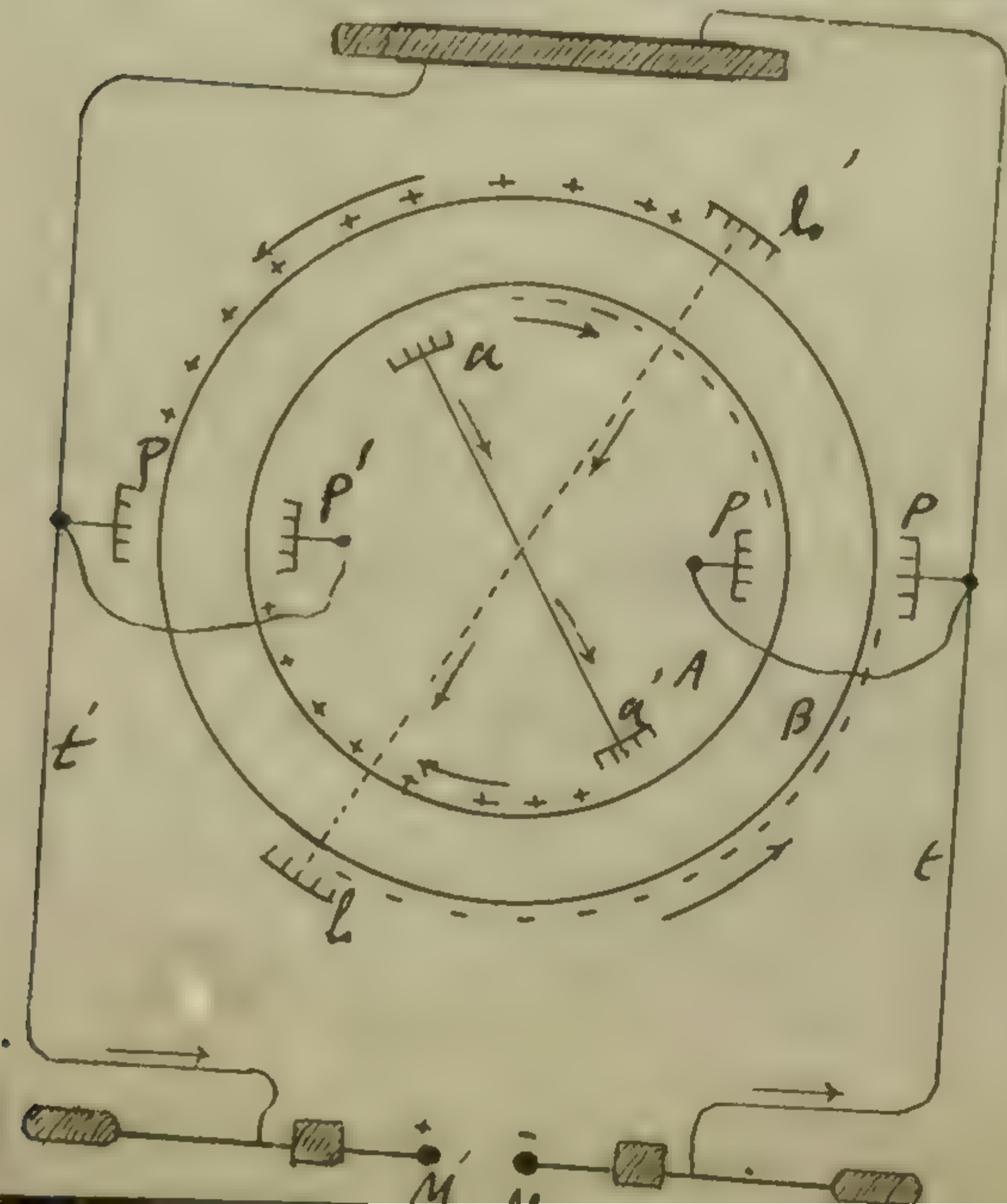


سر ۱۱۵

که بدو انتهای آن دو جاروب کوچک فلزی متصل شده و این جاروبها در روی صفحات
کوچکی از قلع که در روی صفحه شیشه A نصب اند اصطکاک میکنند در عقب صفحه B نرغید
نادی دیگری مانند aa تعبیه شده که طرز عمل آن بعینه مثل aa است و دوشانه
فلزی P و P در امتداد قطرافتی صفحه مزبور را در بر گرفته و برای اینکه ظرفیت ماشین زیاد شود
بسلح داخلی دو بطری لید ارتباط دارند . و بالاخره دو سید فلزی x و x که بدو
کلون aa و aa منتهی شده اند بدو شانه m و m متصل بوده و ممکن است اینها را به یکدیگر
نزدیک و یا بهم دور کرد . از دوران دو صفحه تولید الکتریته شده و در فاصله دو کلون جرقه الکتریک ایجاد میشود



سر ۱۱ ماشین دینامو



سر ۱۲ طرز عمل ماشین دینامو

از دوران دو صفحه تولید الکتریسیته شده و در فاصله دو گلوله جرقه الکتریکی احداث میشود

فصل پنجم

الکتریسیته جاری *Electricité dynamique*

اگر بوسیله مفتولی دو جسم مادی A و B را که سطح الکتریکی شان یکی نیست بهم متصل کنیم الکتریسیته از جسم A که سطح الکتریکی اش بلندتر است به جسم B که دارای سطح الکتریکی پست تر است انتقال پیدا کرده تا بالاخره هم سطح میشوند، حال اگر یک وسیله سطح الکتریکی دو جسم A و B را همیشه ثابت نگاه داریم این جریان نیز همواره باقی خواهد بود

(شکل ۱۲۰)



۱۲۰

این انتقال الکتریسیته جریان الکتریسیته *Courant électrique* مینامند

چنانکه سابقاً ذکر شد نقاط مختلف یک جسم مادی دارای یک سطح الکتریکی هستند

(صفحه ۱۱۴) اما ما بین دو فلز مختلف اجنس و یا بطور کلی دو جسم متفاوت الماد

همیشه اختلاف سطح الکتریکی موجود است که بر حسب نوع جسم و درجه حرارت تغییر کرده ولی باو

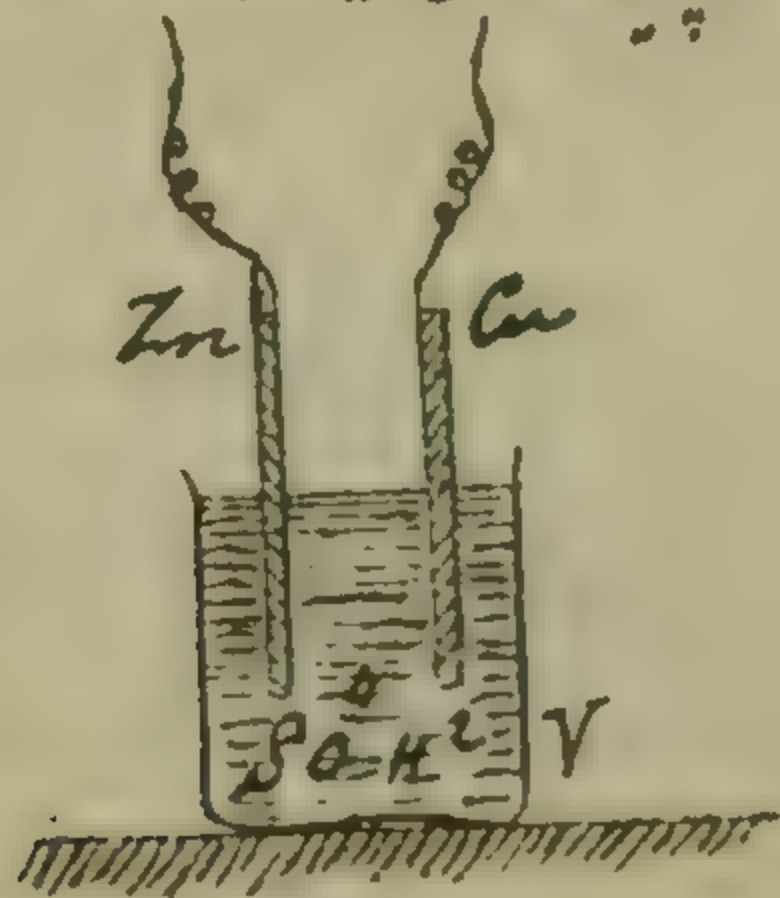
آنها به ترتیب طه دارد .

برای تولید جریان الکتریسیته آتاتی می سازند موسوم به پیل *Piles* که سطح الکتریکی در دو نقطه موسوم به قطبین پیل مختلف بوده و بواسطه اتصال مفتول فلزی از قطبی به قطب دیگر الکتریسیته از قطبیکه سطح الکتریکی آن بلندتر است (قطب مثبت) به قطب دیگر (قطب منفی) که سطح الکتریکی اش پست تر است جریان می کنند .

پیل های الکتریک با قسام مختلفه ساخته میشوند و مابده ساده ترین آنها یعنی پیل ولتا

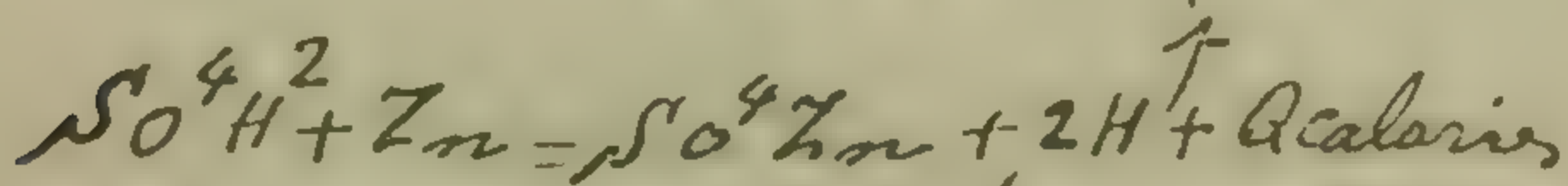
Volta را شرح میدهم :

پیل ولتا - این نوع پیل مرکب است از یک ظرف شیشه مانند *V* که در آن مخلوطی از آب و اسید سولفوریک ریخته (مایع مادی) و دو تیغه فلزی از مس و روی در آن داخل کرده اند . با نهایت خارجی دو تیغه مزبور دو مفتول فلزی متصل بوده (شکل ۱۲۱) تیغه مس قطب مثبت و تیغه روی قطب منفی پیل را تشکیل میدهند . حال اگر دو قطب مزبور



را بوسیله مفتولی بهم متصل کنیم الکتریسیته تولید شد و از مس به سمت روی جریان پیدا میکند .

در ماشینهای الکتریک که ذکر کردیم قوه الکتریسته در نتیجه اصطکاک جام یا القاء الکتریسته تولید میشود یعنی با اضافه کار جزئی در ماشینهای مزبور تبدیل قوه الکتریک میگردد ولی در اینجا تولید جریان الکتریسته در نتیجه فعل و انفعالات شیمیائی صورت میگیرد به معنی که مثلاً در پیل ولتا اسید سولفوریک با روی ترکیب شده تولید سولفات دو زنک مینماید و گاز هیدروژن متصاعد میگردد و در ضمن هم مقداری حرارت پس میدهند .



هرگاه جوهر کوک در ابار روی ترکیب کرده مقدار حرارت حاصله را اندازه بگیریم ملاحظه خواهیم کرد که اگر مقدار زینک یک گرم باشد حرارت حاصله از این فعل و انفعالی مساوی ۵۰۰ کالری خواهد بود . ولی حرارتی که از فعل و انفعال داخلی پیل ولتا در موقع جریان الکتریسته تولید میشود ۱/۵ آن یعنی نقشه یا مساوی ۵۰۰ کالری میباشد پس معلوم میشود که عین حرارت فوق الذکر مصرف تولید قوه الکتریک شده است یعنی در حقیقت بواسطه آلت مزبور قوه حرارتی این فعل و انفعال بقوه الکتریکی تبدیل یافته است در پیل ولتا زمانی هم که جریان الکتریسته برقرار نباشد یعنی دو قطب پیل بیکدیگر متصل نشده باشند باز هم فعل و انفعالات شیمیائی باقی است برای جلوگیری از این فعل و انفعال ورقهای خالص روی اختیار کرده قدری جوهر در روی آن میمالند بطوری که

سطح خارجی آن از قطب رزی پوشیده می‌شود و در اینحال ناموقعی که جریان الکتریسیته با من و دو قطب
مربوط قرار نگیرد است این فعل و انفعال صورت گرفته و بعضی اتصال قطبین پس بیکدیگر جریان
تولید می‌شود

جریان الکتریسیته منحصر بارج پس یعنی فقط در مستول فلزی نیست بلکه در داخل آن نیز جریان
مشابه می‌شود منتهی جهت آن عکس جهت جریان خارجی یعنی از روی سمت پس می‌باشد. در تحت
تأثیر این جریان جوهر کوکود محتوی در ظرف γ تجزیه می‌گردد و \ominus که آن بطرف
تغیر روی رفته از ترکیب با آن تولید سولفات دوزنک Hg_2SO_4 می‌کند ولی
سیدرشن موافق جهت جریان سیر کرده در قطب مثبت پس جمع می‌شود.

تجربه نشان می‌دهد که اگر دو قطب پس را مدتی بهم متصل کنند بدیج قوه الکتریسیته آن
و بالاخره از زمین می‌سرد. علت این امر آنست که سیدرشن حاصل از فعل و انفعال
شیمیائی شکل غلافی در قطب مثبت جمع شده مانع جریان الکتریسیته می‌شود و این عمل را پلازیراسیون

Polarisation می‌نامند.

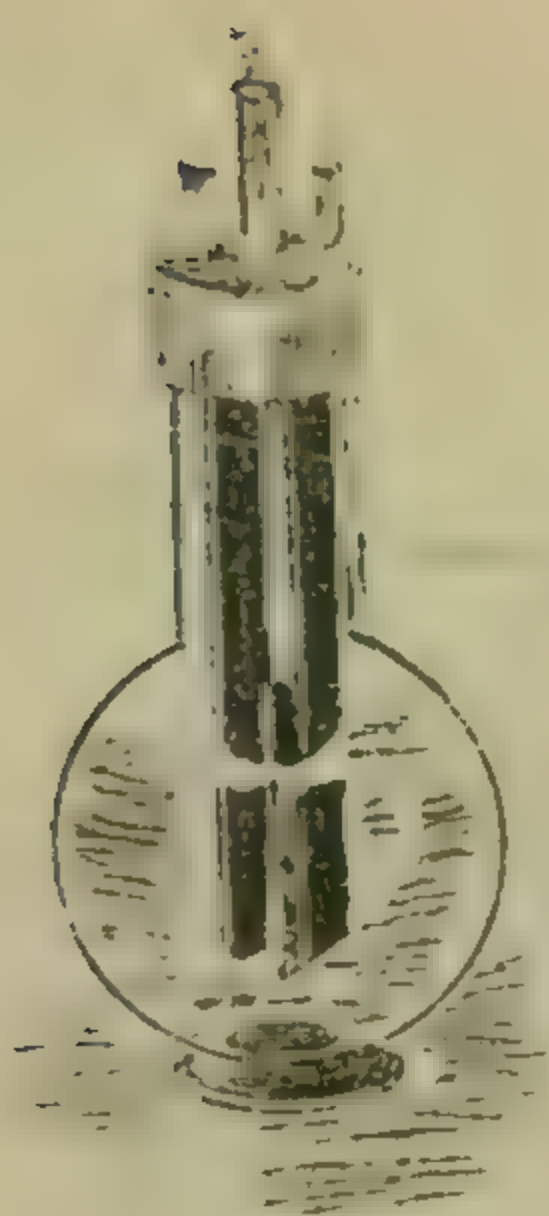
برای رفع این اشکال باید سیدرشن جمع شده در حول تیغه پس از زمین برد چنانکه
اگر تیغه مزبور را خارج کرده پاک کنند پس از دخول آن در مایع مجددآ جریان در جهت قوه
برقرار می‌شود ولی چون در آوردن و سرد کردن تیغه پس علی‌الدوام مشکل است معمولاً

که جاذب نیدرژن باشد در ترکیب پیل و خسل میکند بطوری که نیدرژن حاصله بر وجه پیل
آن شده مانع از خسته یان نشود .

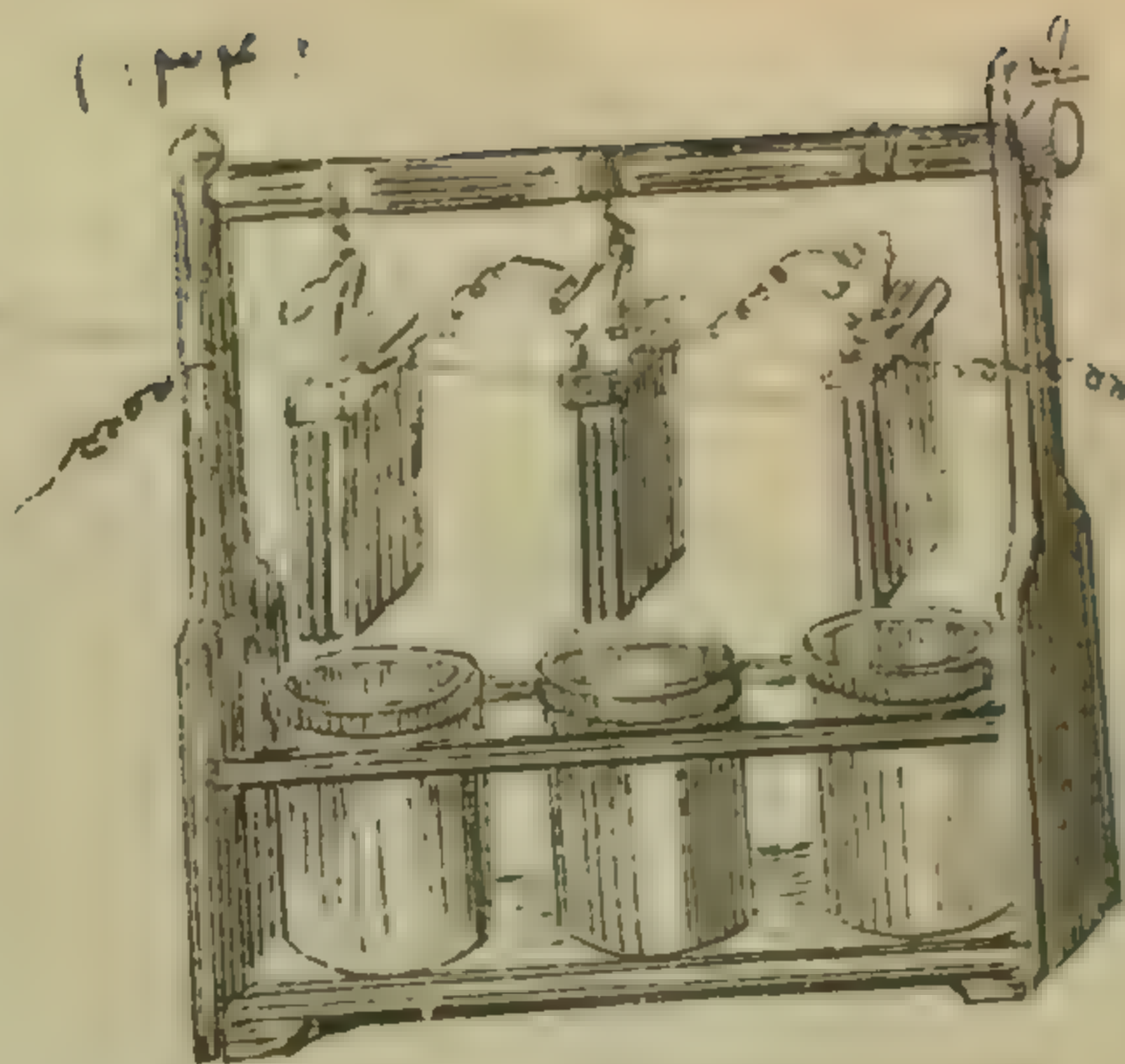
اقسام پیل - پیل های الکتریکی را با اقسام مختلفه میارزند و ما فقط چند قسم آن را که بیشتر
استعمال میشود ذیلاً ذکر میکنیم :

پیل سگرمات یا پیل بوگرنز ورف *Pile. Poggendorf*
در این نوع پیل قطب منفی مستقیمه روی عمده شده و قطب مثبت آن دو تنه از زغال مرغ
Charbon de corne که بواسطه مفتول مسی بهم متصل شده اند مانع محو
آن اسید سولفوریک است که قدری بکیرمات دو پلاس آن اضافه نموده اند ^(شکل ۱۲)
پس از آنکه جریان الکتریسیته برقرار شود روی با جوهر کوک در ترکیب شده نیدرژن متصاع
میکرد .

این نیدرژن بوجه خود با محلول سگرمات و اسید سولفوریک ترکیب میشود
پس با نتیجه عمل *Polarisation* واقع نشده و تا وقتی که قطبین سگرمات متصل
جریان الکتریسیته باقی خواهد بود منتهی در موقعی هم که دو قطب بهم متصل نیستند فعل و انفعالی
واقع میشود با نتیجه هر وقت که جریان الکتریسیته لازم نباشد تنه های روی و زغال را از
خارج کرده و در موقعیکه مدوث جریان مورد احتیاج باشد تنه ها را در مانع داخل میکنیم



۱۳۴

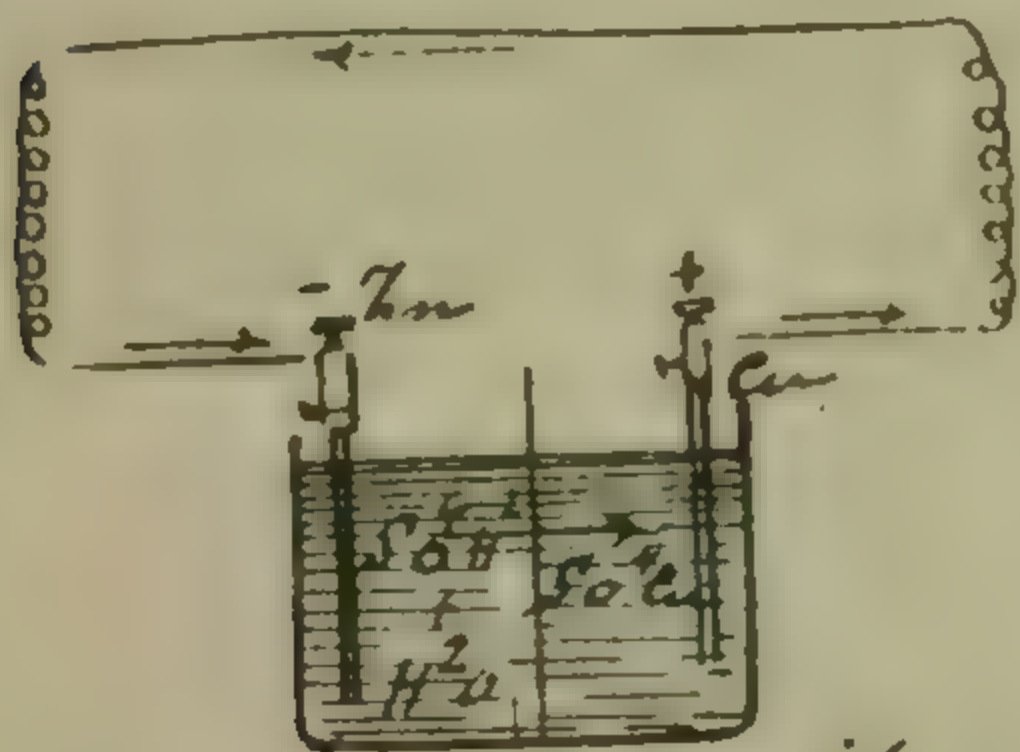


۱۳۳

پیل لکلانسه *Pile Leclanche* در این قسم پیل قطب منفی در توده
و قطب مثبت استوانه از زغال قرنی است که از یک طبقه بی اکسید و منگنز پوشیده
شده و در دودگون ظرف متخلخلی قرار گرفته اند که مایع محلولی آن محلول کلرور دامونیم است
 AzH^4cl پس از وصل قطبین سبکد یک کلرور دامونیم تجزیه شده و از یک طرف
 AzH^4 آن به قطب مثبت رفته و در آنجا تبدیل به امونیاک AzH^3 دیده
 H شود امونیاک AzH^3 محلول در آب شده و یزدین نیز با اکسیرن بی
اکسید و منگنز ترکیب میشود و از طرف دیگر کلر به قطب منفی رفته و با ورقه روی تولید کلرور و در
میکند. شکل (۱۳۸)

پیل دانیل *Pile Daniell* قطب منفی این پیل تنیله روی
ملقه شده و قطب مثبت آن ورقه مس است. این پیل دارای دو مایع مختلف میباشد

با بطریقی که متغیر روی را در طرف شیشه که در آن محلول آب و اسید سولفوریک ریخته اند
 فرو میسازند و بعد در داخل این مایع ظرف متخلخل دیگری را که محتوی محلول سولفات دو کوبور بود
 و در آن در قوسی را فرو بردند میگذارند. پس از اتصال قطبین سکه کوبور بر کوه کرد و سولفات
 دو کوبور هر دو تجزیه میشوند. با بطریقی که سولفات کوبور به شیشه که در
 تجزیه میشود در قطب مثبت باقی مانده H^+ که بطرف قطب منفی جذب میشود و
 اینجا باید رذنی که از تجزیه اسید سولفوریک تولید میشود ترکیب شده و محبذ و تولید
 H_2SO_4 میکند و H^+ باروی ترکیب شده تولید سولفات



دورنگ مینماید و با بطریقی

همیشه خلطت مایع ثابت بود
 سولفات دو کوبور تجزیه و سولفات

دورنگ تولید میشود (شکل ۱۲۳)

شکل ۱۲۳

اقسام پیل با خیلی زیاد است و مابطور اختصار چند قسم آن را در جدول ذیل شرح

میدیم صفحه ۱۳۶

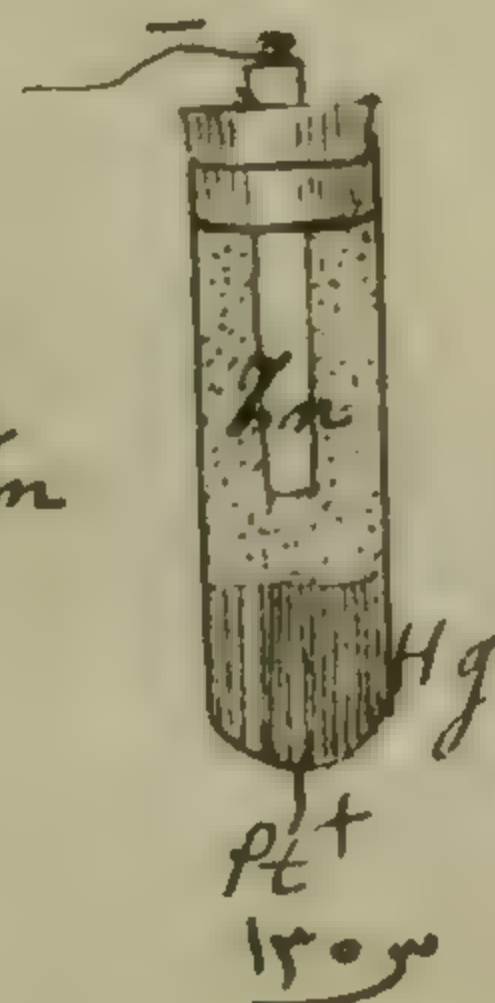
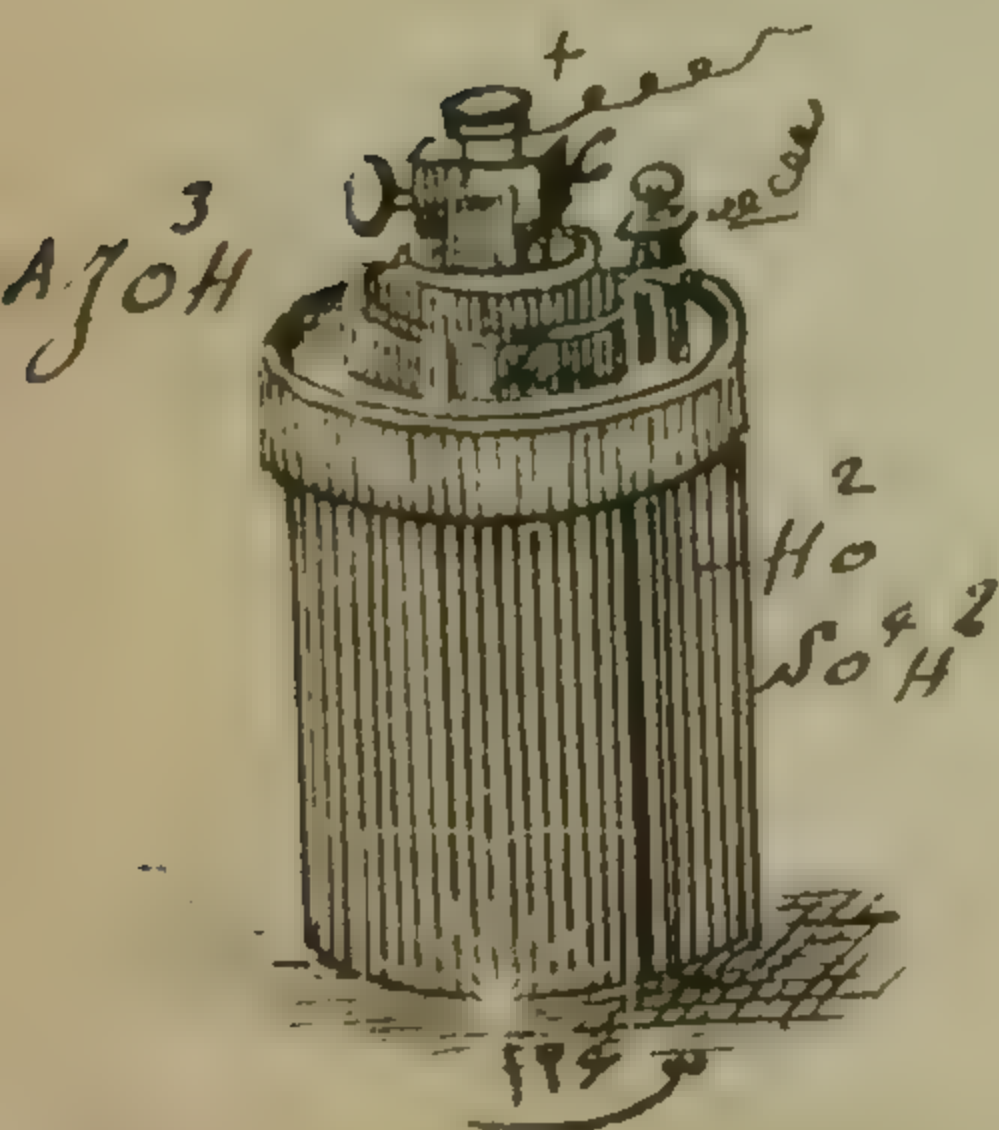
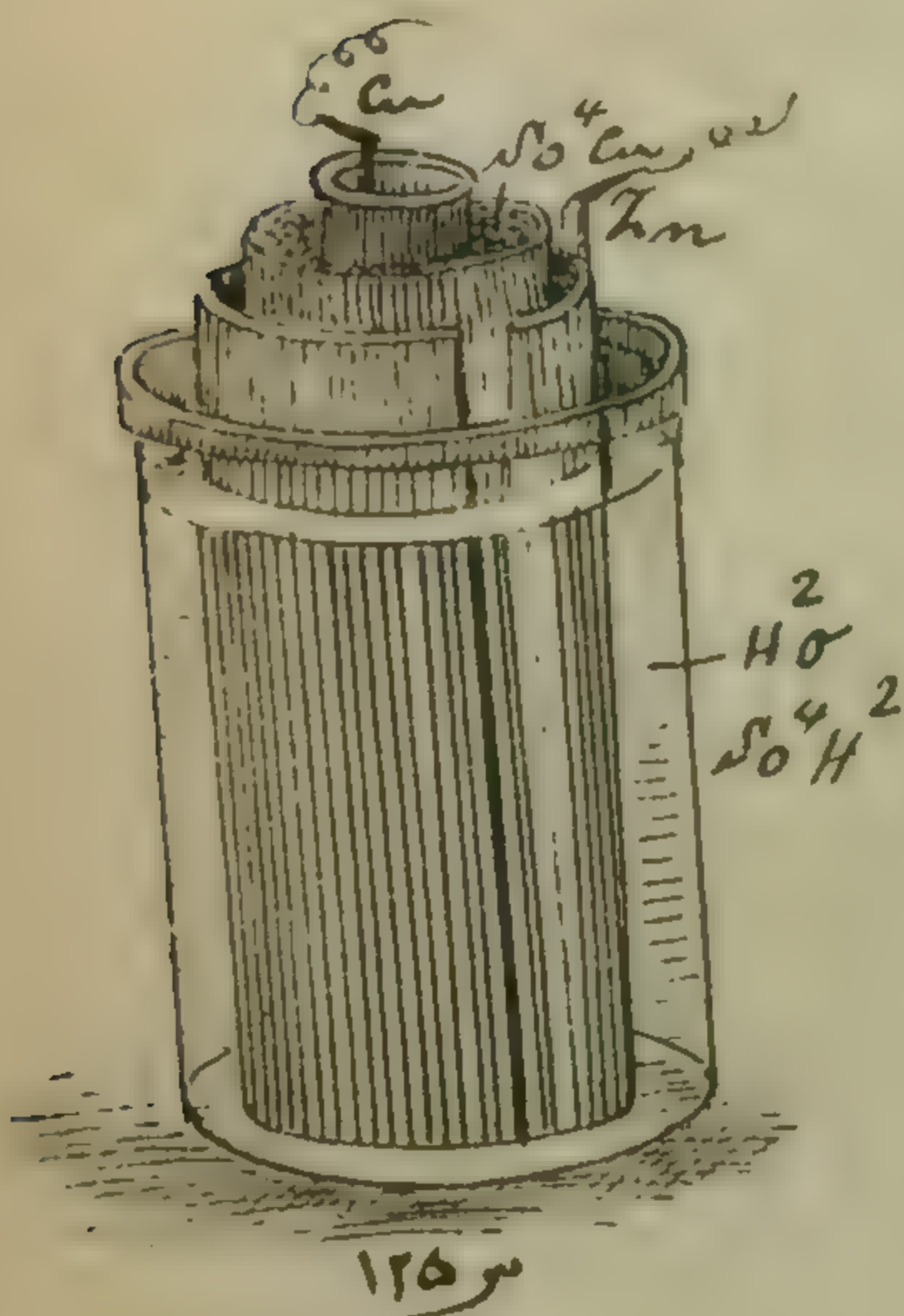
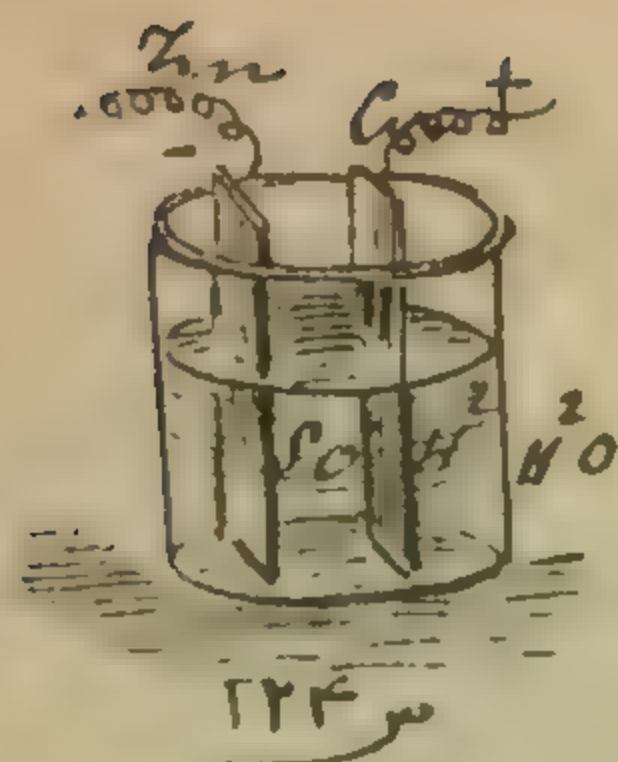
فوق پیلها با ماشینهای الکتریکی این است که در ماشینها اختلاف سطح الکتریکی خیلی زیاد
 ولی در پیل با این اختلاف کم است.

میتوان ماشینهای الکتریکی را بمنحرن آبی تشبیه نمود که ارتفاع آب در آن خیلی زیاد و ولی
که آب از آن خارج میشود خیلی نازل باشد و بالعکس پس بمنحرن آبی تشبیه اند که ارتفاع

نوع پیل	قطب مثبت	قطب منفی	مایع محلول	قوة پیل بحسب است
دلت ۱۲۴	تینفس	تیند روی	محلول رقیق اسید سولفوریک	۱
	=	=	محلول سولفات دوزنک	۱
دانیل ۱۲۵	=	=	و سولفات دو کوپور	
	=	=	محلول اسید سولفوریک	۱٫۹
بشن ۱۲۶	=	=	و اسید آرتیک	
بیکرات	=	زغال قلع	محلول اسید بیکر مات	۲
۱۲۷	=		دو پلاسیم	
لکلاشه			محلول بی اسید دو منکند	۱٫۵
۱۲۸			و ملح امونیاک	
گوی	صلای مفید	روی طمعه شده	محلول سولفات دوزنک و	۱٫۴۳۵
۱۲۹			اسید و مرکور	
لاتیم کلارک			غیر سولفات مرکور و	۱٫۳۹۵
۱۳۰			سولفات دوزنک	

(شکل ۱۱۴)

آب در آن خیلی کم ولی مجرای که از آن آب خارج میشود نبشته بزرگتر است



فصل ششم

مغناطیس - الکتریسیته مغناطیسی

آهن ربا - یکی از معادن آهن (اکسید دو فر مغناطیسی Fe^3O_4)
 دارای این خاصیت است که آهن معمولی را بخود جذب میکند بهین جهت آن را آهن ربا یا
 مغناطیس طبیعی نامیده اند. ص ۱۳۲

قدما این خاصیت را در معادن دوشته مالکونی *Magnet* که در
 آسیای صغیره و مقدونیه واقع شده مشاهده کرده اند و کلمه مغناطیس از مالکونی مأخوذ شده
 است.

برگه آهن یا فولاد را با آهن ربای طبیعی اصطکاک داده یا در معرض جریان الکتریکی
 قرار دهند (بعد ذکر



خواهد شد) آنرا نیز
 دارای خاصیت مغناطیسی
 می شود و این قسم آهن ربا

ص ۱۳۳

آهن ربای مصنوعی می مانند و بهین قسم اخیر است که در صنعت مورد استعمال می

چون مغناطیس را حرارت بحدت بیدرج قوه جاذبه اش کم شده و بالاخر در ۵۸ و ۷۸ درجه
خاصیت خود را از دست داده و پس از سرد شدن نیز فاقد آن قوه می شود

قطبین مغناطیس — هرگاه تعین فولادی مغناطیس مصنوعی را در براد و آهن
فرد بریم ذرات آهن دوسر میزد را مثل کامل احاطه کرده و قسمت وسط آن برهنه میماند و
انتهای هر دو سر را دو قطب و قسمت وسط را منطقه خنثی مغناطیس می نامند (شکل ۱۳۲)



۱۳۳

باید دانست که این دو

قطب اگر چه خستمان

ظاهریشان مشابه است

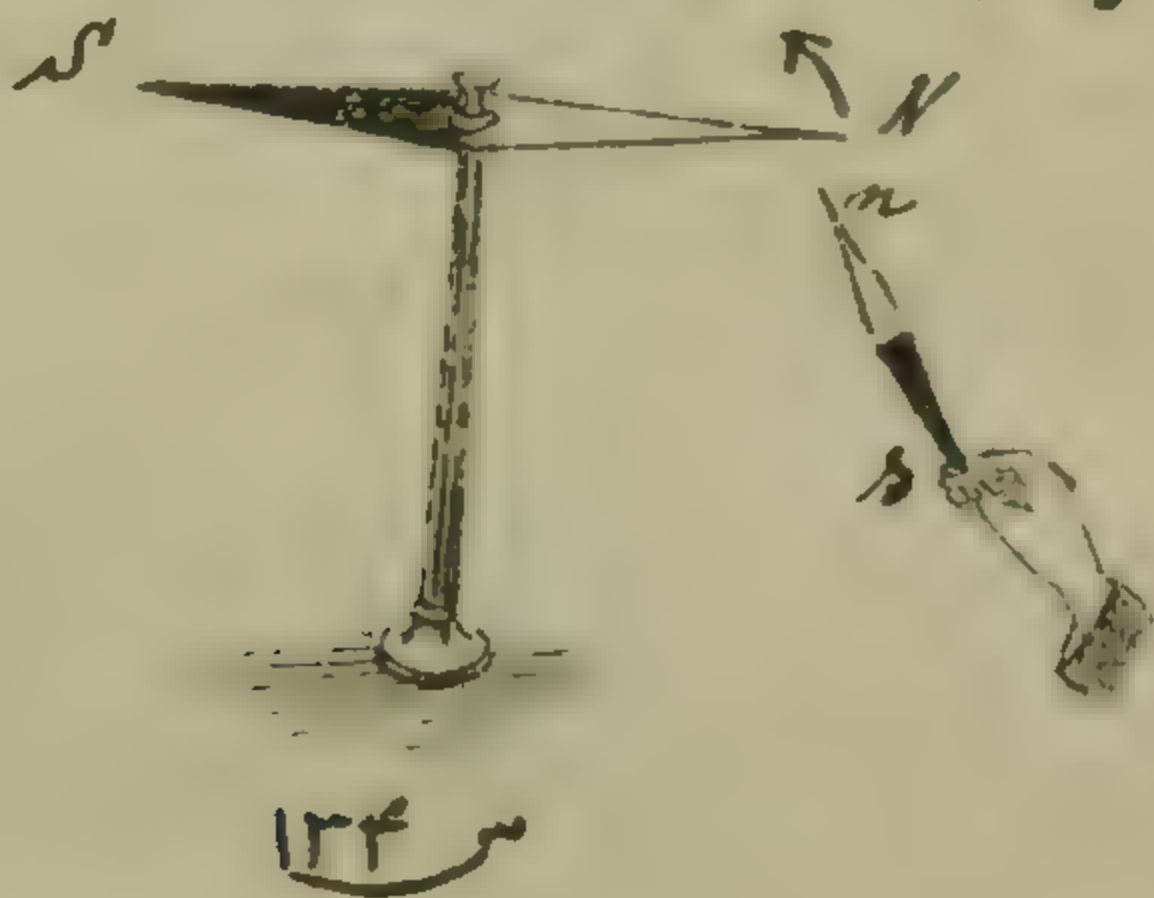
ولی در کیفیت مغناطیسی مخالف یکدیگرند مثلاً هرگاه عقربک لوزی شکل مغناطیسی در ردی
پایه قائمی بسته اگر گرفته و بتواند در سطح افقی با آزادی حول محور قائم حرکت کند در صورت
عقربه را بر وضعی متمایل سازیم پس از چندین نوسان وضعیت ثابتی اختیار می نماید یعنی
یعنی همیشه یکسر آن تقریباً متوجه قطب شمال زمین و سر دیگرش متوجه قطب جنوب می شود
و هرگز ممکن نیست نوکی که بطرف قطب شمال بوده است بجانب قطب جنوب متوجه شود و
بالعکس نوکی متقابل قطب شمال زمین را قطب شمال آهن را با و نوکی دیگر را قطب جنوب

آن خوانند .

اگر سوزن مغناطیسی را روی چوب پنبه نازکی نصب کرده و در سطح آب قرار دهیم باز بهین وضعیت نشاند
خواهد شد .

قانون جذب و دفع مغناطیس - فرض کنیم قطبین دو عقربه مغناطیس قرار
بستعانت شمال و جنوب زمین معین شده باشد هرگاه بدو قطب یکی از آن دو عقربه که در روی
پایه قائمی قرار گرفته باشد یکی از قطبین عقربه دیگر را نزدیک سازیم پس از مشاهدات چند
و تکرار تجربات نتیجه ذیل حاصل شود :

دو قطب متحد الی اسم یکدیگر را دفع و دو قطب مختلف الی اسم
همدیگر را جذب میکنند .



تجربه مغناطیس شکره - هرگاه تنغه مغناطیسی را از وسط بدو قسمت کنیم تجزیه نشاند

میدهد که دو مغناطیس جدید تشکیل شود و در محل شکلی آن طرفیکه نزدیک قطب شمال بود قطب جنوب میگردد و بالعکس -- و چون بر یک از نیمه های بسید را باز بدو قسمت تقسیم کنیم چهار مغناطیس خواهیم داشت و قس علیهذا بنا برین میتوان تصور کرد که بر آهن را با از ذرات مغناطیسی فوق العاده زیادی تشکیل شده که بر اثر مجاورت قطبین مختلف الایم یکدیگر را خنثی کرده و فقط دو نوک مغناطیس چون آزادند خاصیت اصلیه خود را حفظ کرده اند .

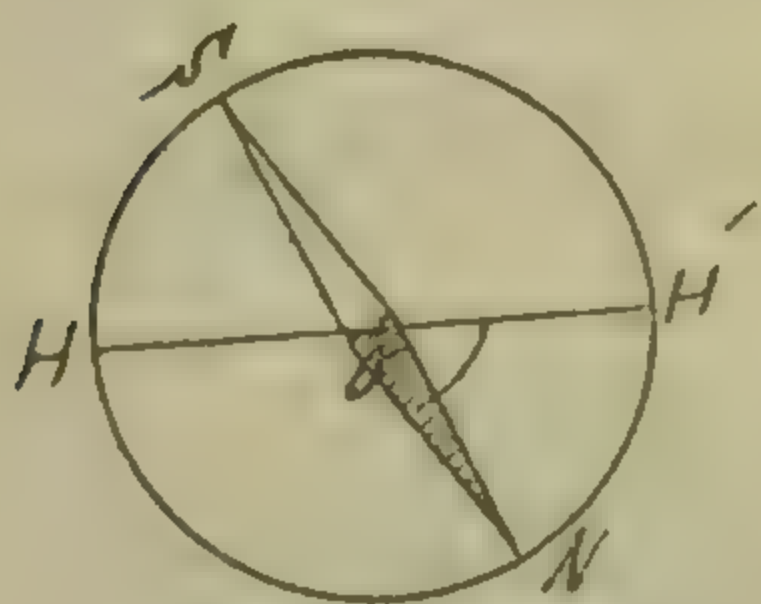


ص ۱۳۵

این مسئله را باید متذکر بود که تاثیر زمین در قطبین مغناطیسی فقط این است که آن را در امتداد شمال و جنوب قرار میدهند نه اینکه آن را بطرفی جذب نماید چنانکه یک عقربه مغناطیسی اگر روی چوب پنبه نصب شود و بر سطح آبی قرار گرفته باشد فقط دور خود چرخیده در امتداد شمال و جنوب میایستد و ابداً بطرف کنارهای طرف متوجه نمیشود بطوریکه میتوان گفت از طرفین دو قوه متساویه بر عقربه وارد شده حرکت دورانی برای آن تولید میکنند و آن در امتداد شمال و جنوب قرار میدهند .

انحراف - تمایل

امتداد عقربه مغناطیس کاملاً شمالی جنوبی نیست بلکه همیشه عقربه مغناطیسی با امتداد شمال
و جنوب زاویه می‌اندازد موسوم بر زاویه انحراف مغناطیسی *Declination* بقسمیکه
در طهران آن زاویه در مغرب نصف النهار جزا فیا فی است یعنی قطب شمال مغناطیسی در طهران
در مغرب قطب شمال جزا فیا فی واقع شده است .



سر ۱۳۷ تمایل



سر ۱۳۶ انحراف

همینطور هرگاه از وسط عقربه مغناطیسی محور افقی \perp را گذرانیده و در محور مثل
شاهین تر از و در روی پایه نصب کنیم بقسمیکه عقربه در سطح قائم با آن نصف النهار مغناطیسی قرار
گیرد مشاهده می‌شود که قطب شمال عقربه با خط افقی زاویه تشکیل میدهد که موسوم است بر زاویه

تمایل مغناطیسی سر ۱۳۷

قطب نمای مغانی - از شناسائی مقدار زاویه انحراف در هر نقطه از
کره زمین شخص مستیواند خود را به سمتی که بخواهد متوجه کند - الا تیکه برای این امر جای
می‌روند موسومند به قطب نما .

قطب نمای کوچکی از یک دایره مدرجی ساخته شده اند که در وسط آن عقربه

مغناطیسی بر روی پایه قائم

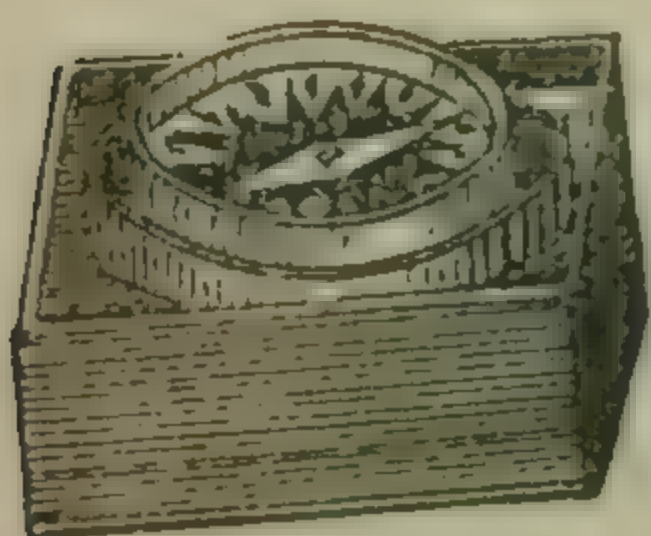
قرار گرفته و می تواند باز و

حول آن بچرخد (شکل ۱۳۸)

چون قطب نما را در سطح افقی

قرار دهند نوک آبی آن

(معرف جهت شمال)



سر ۱۳۹ پرکار

بطرف شمال متوجه می شود و برای بدست آوردن جهت شمال و جنوب جبرافیا فی زاویه
انحراف را نیز در نظر می گیرند باین ترتیب که قطب نما را بقسمی قسمه می دهند که با خط 0° - 180°

زاویه مساوی زاویه انحراف محل تجربه تشکیل دهد در اینحال است و خط 0° - 180°

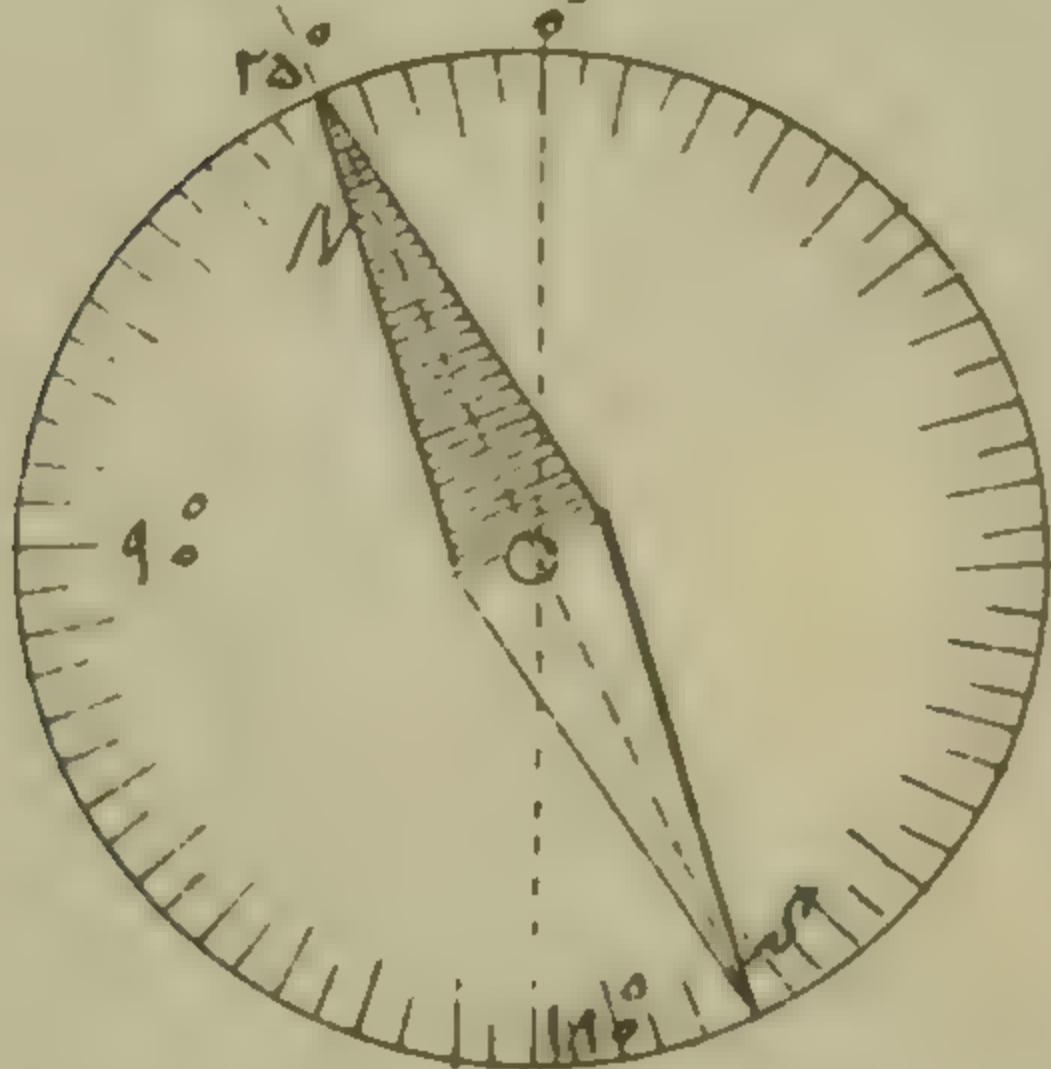
است و شمال و جنوب تعیین می کند (شکل ۱۳۸) نمایش محلی را می دهد که در

انحراف 25° است.

قطب نمای مای - در کسب پیمانی بیشتر باستی متوجه بود تا کشتی از مسیر خود تغییر جهت نداده همیشه در یک
خطیر معین حرکت کند قطب نمای مای یا پرکار اساساً یک عقربه مغناطیسی است که روی صفحه مدور
میکاه پسید و بر نوک پایه قائمی قسمه شده است در روی این صفحه درجات محلی و شکل کلبا و سی و دو

مسمی شده است

قرص میکا با عقربه میچرخند و نقطه صفر آن قطب شمال مغناطیسی را نشان میدهد. خط مستقیم نیز در روی جعبه قطب نما نشان شده که جهت محور کشتی را نشان میدهد و موسوم است به



صفحه *Ligne de force* فرض

کنیم همی که کشتی باید در آن سیر کند

۳۰ درجه شمال غربی باشد در صورت

شخص مواظب قطب نما بایکشتی رقیبی باشد

که محور کشتی با جهت شمال و جنوب خفایا

۳۸ قطب نما

زاویه مساوی ۳۰ تکیل و به معنی زاویه مساوی (۵ - ۳۸) با شمال عقربه سازد (۵)

بجای آن محل است که در جدولهای مخصوص ضبط شده است (شکل ۱۳۹)

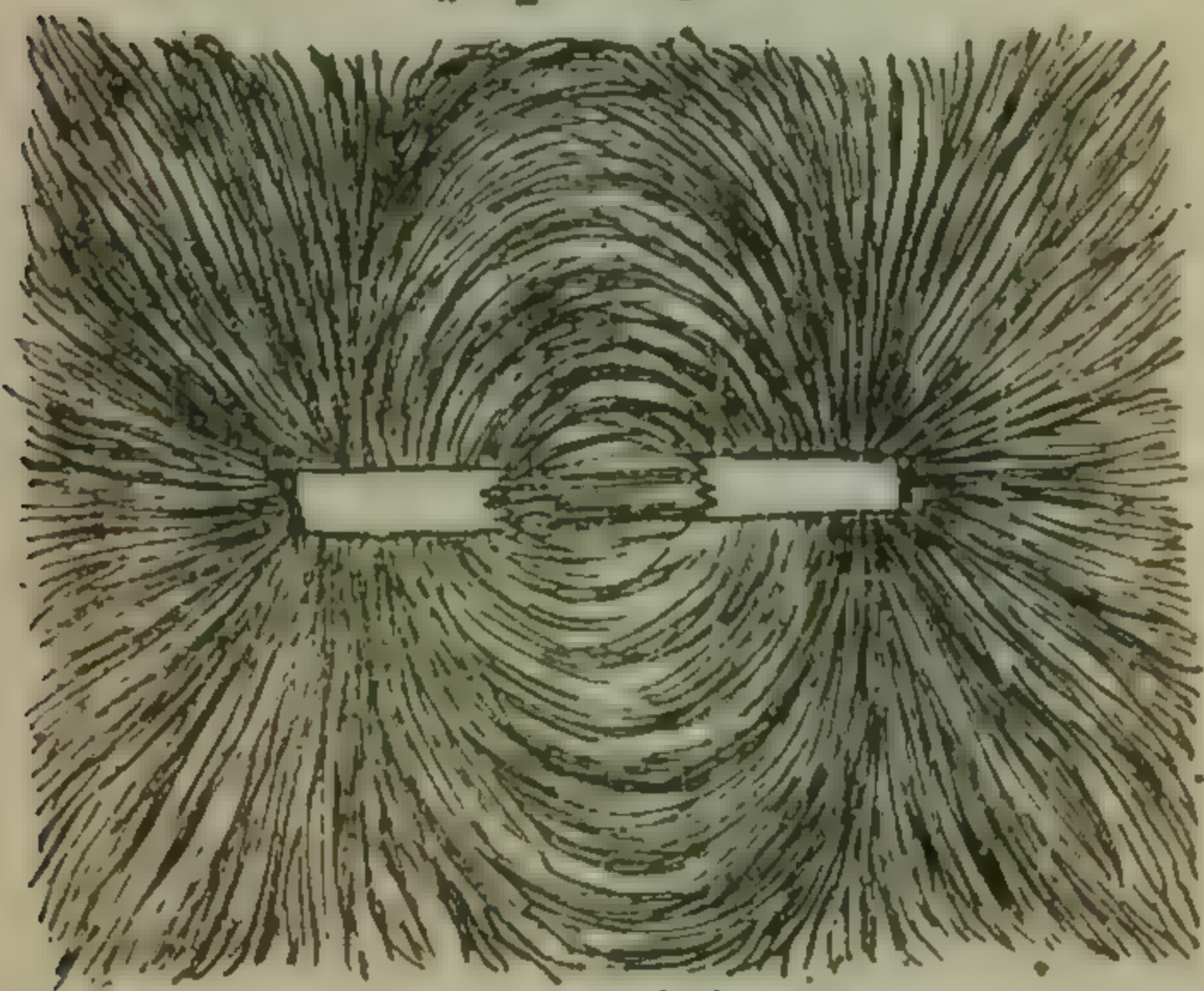
میدان مغناطیسی

طیف مغناطیسی - میدان مغناطیسی آهن با خطوط قوه میدان

تجزیه - هرگاه در روی یک عقربه مغناطیسی ورقه مقوای صاف کشیده شده باشد

آلک بسیار نرمی بر آده آهن بروی صفحه پاشیم و ضمناً آن را گاه گاهی تکان دهیم تا

حرکت ذرات آهن سلسله انجام گیرد و ملاحظه خواهیم کرد که ذرات براده شکل دگر
اطراف میزد را احاطه کرده در رشته ای از آهناتگیل میشود که دو قطب آهن با
بیکدیگر نزدیک شده منفرجه میگردند ولی در قسمت خنثی عقربه براده آهن بهمان
شکلی که ابتدا ریخته شده باقی میماند و در اطراف همین ناحیه رشته های بر
شکل قوسها نقاط مستساظه و دو طرف منطقه خنثی را بیکدیگر ربط میدهند ^{۱۳۰}

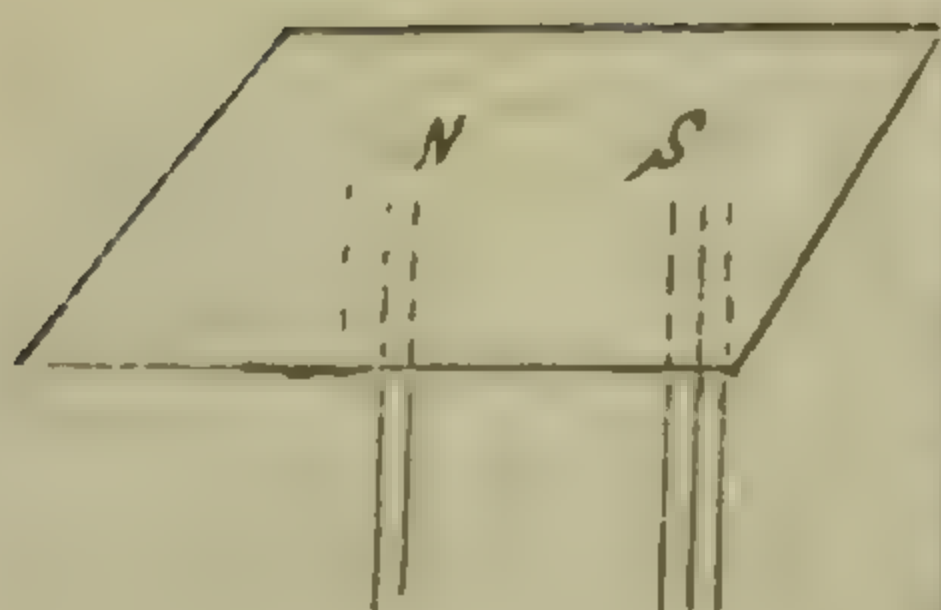


شکلی که ما بین ترتیب
حاصل میشود بر طبق
معناطیسی موسوم می
از این تجربه چنین
که اولاً قوه جاذبه مغناطیسی

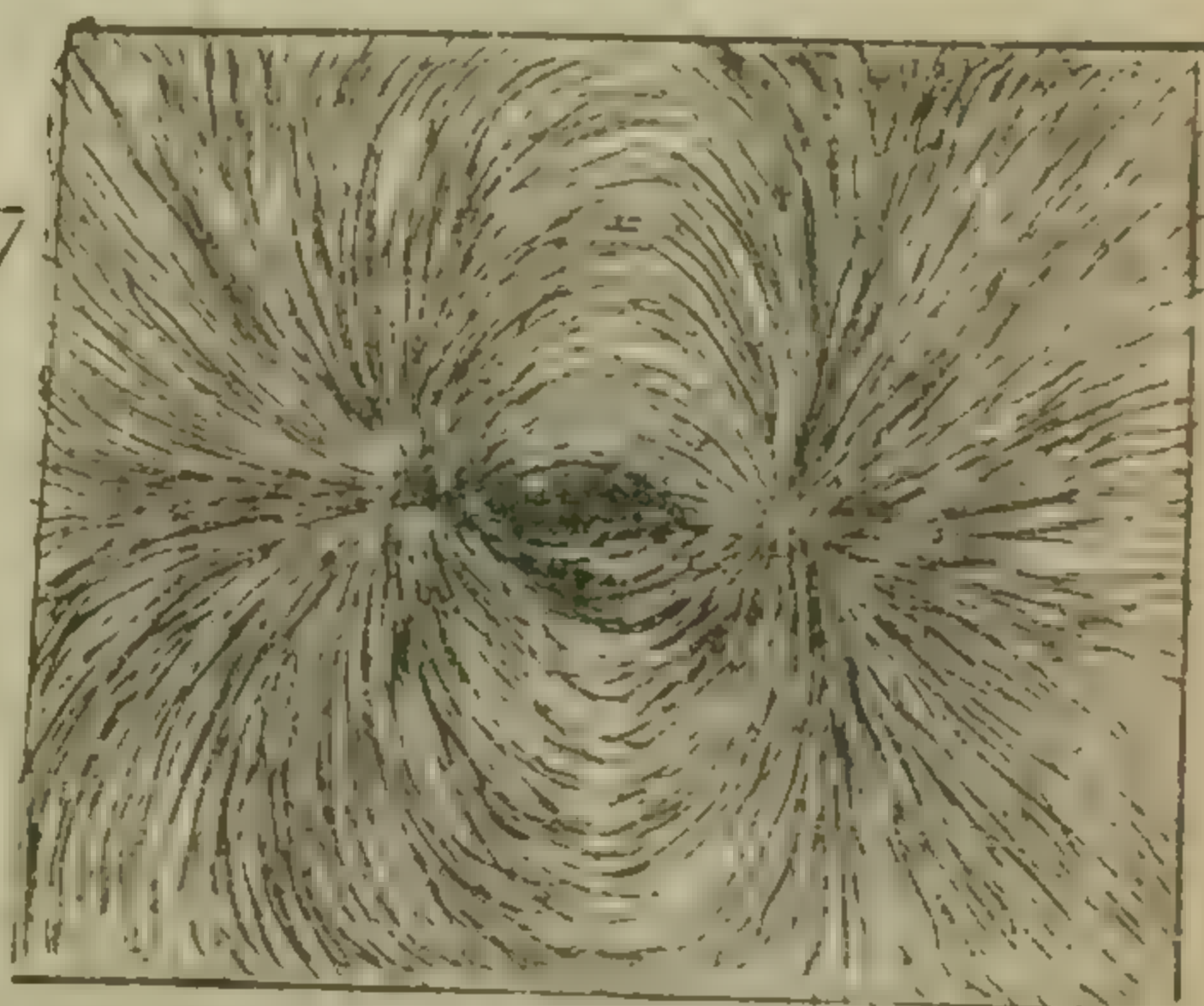
از دوراء اجسام جامده نیز نفوذ میکند و ثانیاً این قوه که از قطبین ناشی میشود
تا مقداری فاصله در اطراف آهنات نیز مؤثر است .

قسمتی از فضای مجاور عقربه را که در آن قوه جاذبه مغناطیسی مؤثر است میدان
مغناطیسی خوانند و خطوط منحنیه که از اتصال ذرات آهن بیکدیگر تشکیل میشود
خطوط قوه این میدان اصطلاح کرده اند .

تجربه ۲ - در این تجربه چون دو قطب شمال و جنوب مغناطیس فعلی شکلی را
 (مطابق شکل ۱۴۱) بطور قائم در زیر صفحه مقنن نگاه داریم و تجربه (۱) را تکرار
 کنیم این دفعه طیف مغناطیسی شکل (۱۴۲) در می آید .

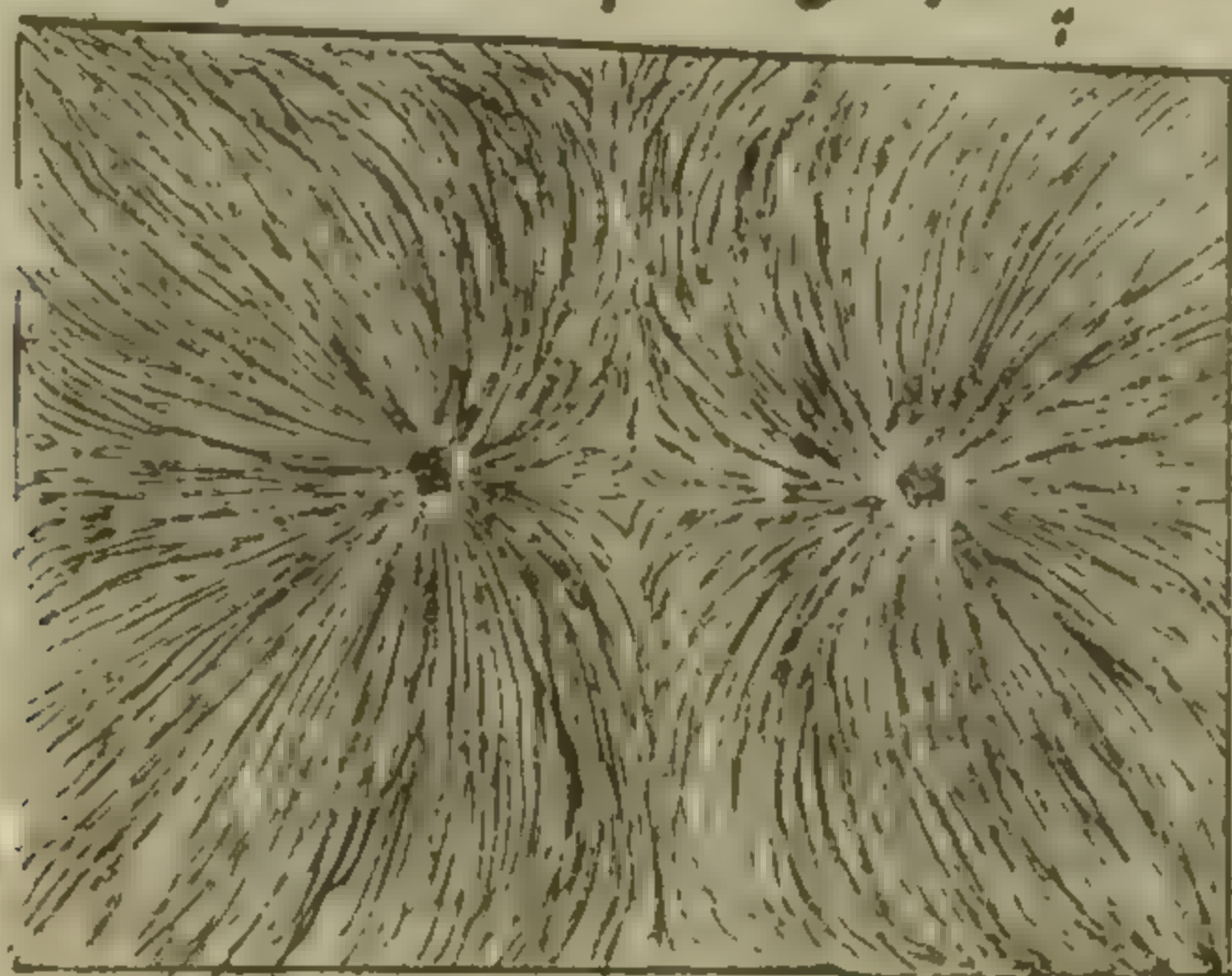


شکل ۱۴۱



شکل ۱۴۲

تجربه ۳ - درین دفعه چون بعضی دو قطب مختلف دو قطب متحد الیاسم از یک



شکل ۱۴۳

صفحه قرار داریم

خوابیسم دید که

طیف مغناطیسی منظر

شکل ۱۴۳ را دید

خواهد بود و از ملاحظه شکل (۱۴۰، ۱۴۲، ۱۴۳) واضح می شود که خطوط قوه که از

ناحیه شمالی خارج میشوند بطرف خطوطی که از ناحیه جنوبی خارج شده اند متوجه شده آنها را قاطی میکنند و باید گیر خطوط میشوند و بالعکس خطوط قوه که از دو ناحیه شمالی یا جنوبی صادر شده اند بنظر میرسد که یکدیگر را دفع میکنند .

جهت خطوط قوه - هرگاه محقره به مغناطیسی خیلی کوچکی را از مرکزش بخی او بجهت و آن را در نقطه غیر مشخصی که نزدیک به طیف مغناطیسی باشد نگاه داریم محقره فوراً در جهت خاص با خط قوه

که نزدیک محل

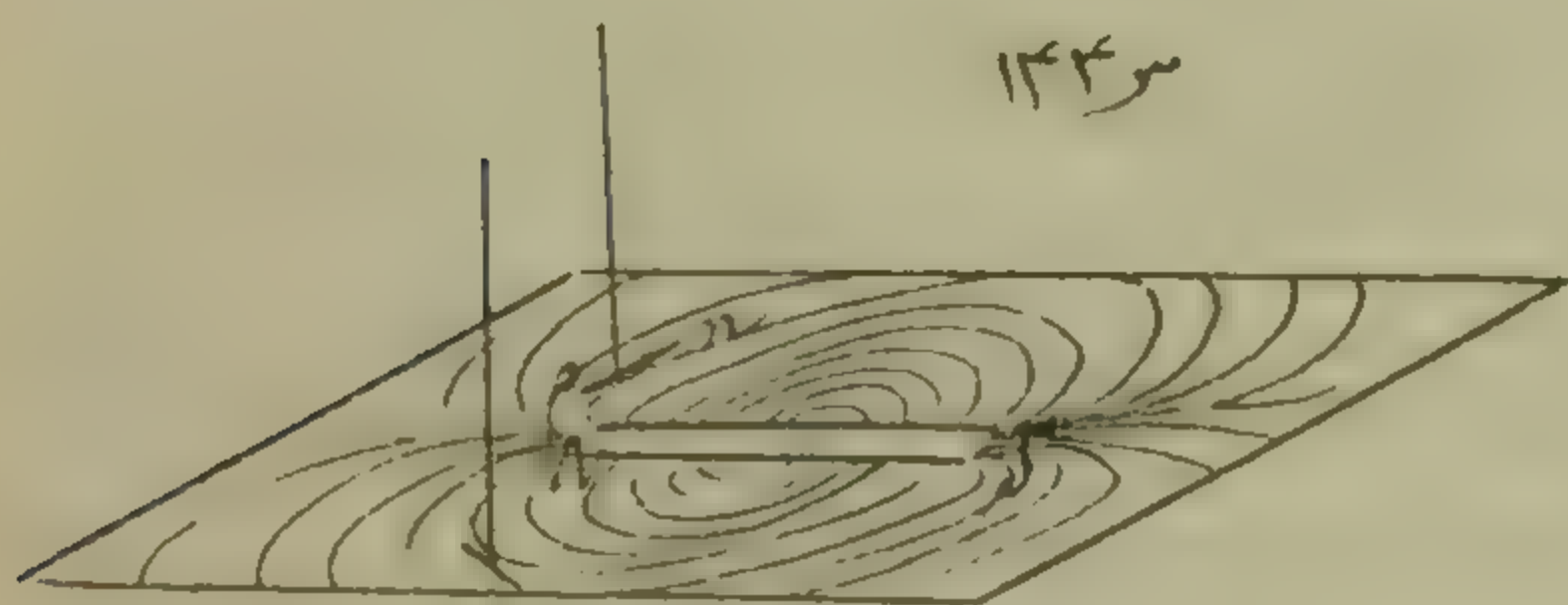
تعلیق سوزن است

(شکل ۱۴۴) قرار

میگیرد و علاوه

برین همیشه طوری واقع میشود که قطب جنوبش متوجه قطب شمال آن مغناطیسی است که تولید میدان کرده است بالعکس ، بطور قرار دای میگویند خطوط قوه از قطب شمال خارج شده بقطب جنوب داخل میشوند و در داخل مغناطیس از قطب جنوب بقطب شمال سیر میکنند .

هرگاه خطوط قوه میدانی بایکدیگر متوازی باشند آن میدان متحد الکلی میگویند



مثلاً میدان زمین و همچنین قسمتی از میدان مغناطیسی که مابین دو شاخه آهن ربای
فعلی شکلی واقع است متحد الکل اند.

فصل هفتم

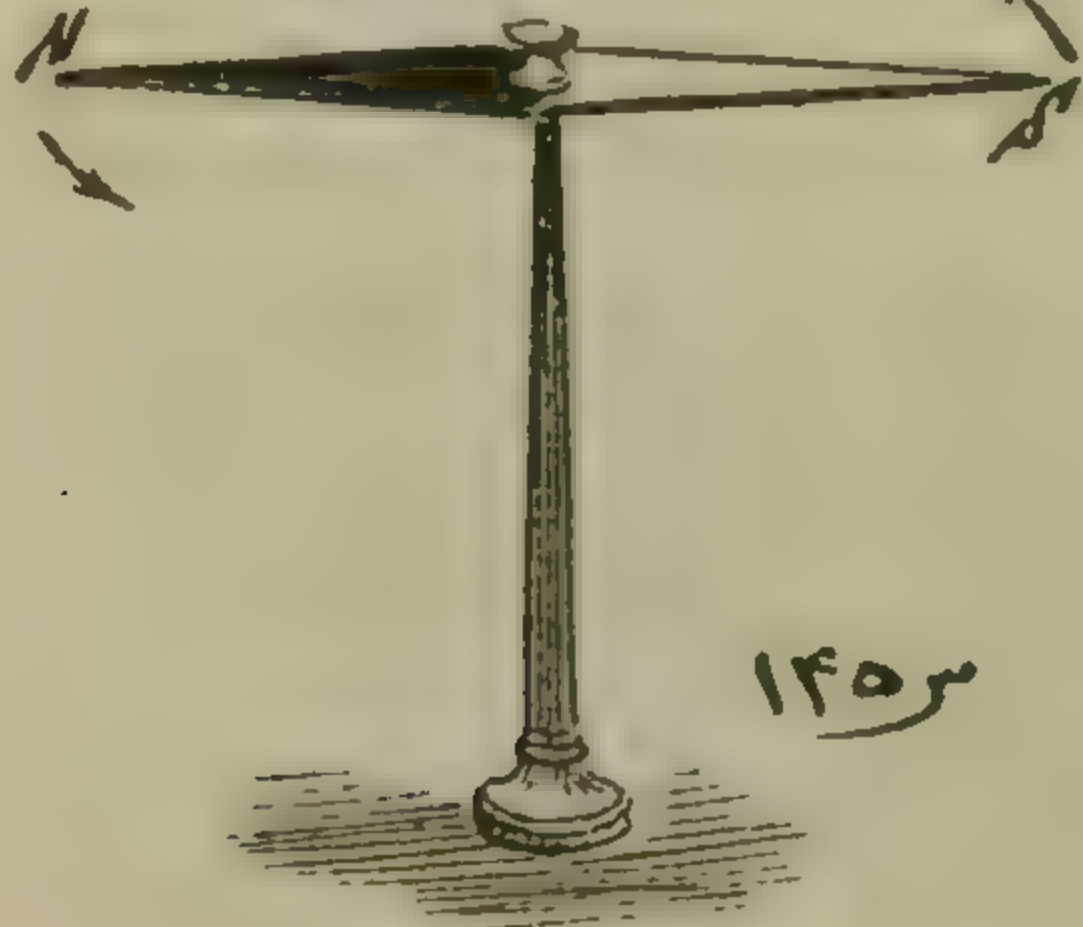
الکتریسیته مغناطیسی *Electromagnetism*

میدان مغناطیسی حاصل از جریان الکتریک - اثر

جریان در آهن ربای - جریان لوله شکل

اثر جریان الکتریک در آهن ربای اول مرتبه در ۱۸۱۹ مسیحی توتن *arsted*

ارستد تجربه پوست از انقراض



هرگاه مغسول مادی

$x y$ را از جهت موازی

باعث به مغناطیسی می گردد

در روی پایه بارادی می گذرد

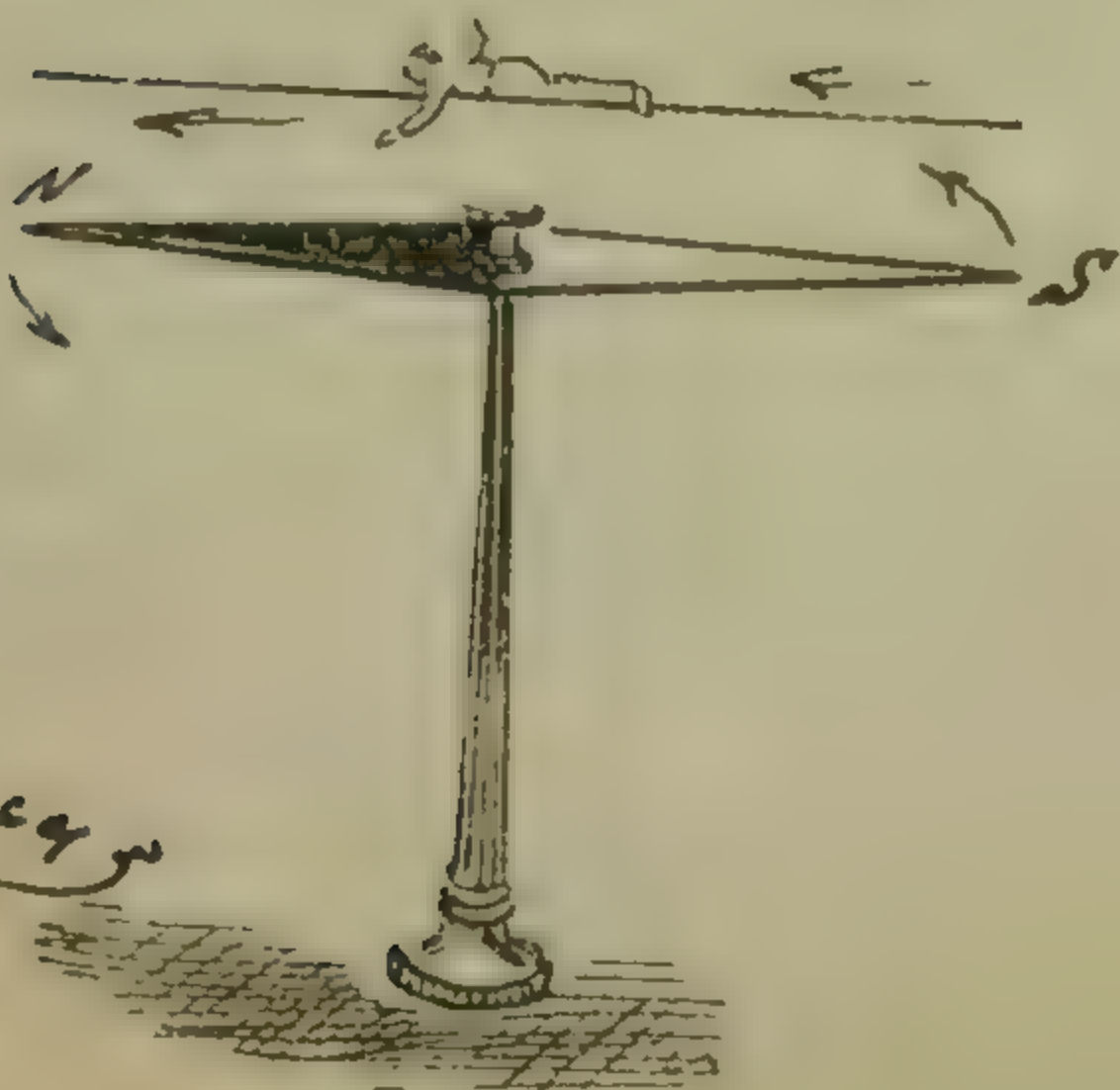
ارستد (۱۷۷۱ - ۱۸۵۱) فیزیک دان امارکی همیشه مخصوصاً بواسطه همین تجربه است -
و همین تجربه او را در تحقیق اعمال مغناطیسی جریان باخشی کمک کرد

ممتد کنیم دید میشود که بعضی این که جریان الکتریسیته دارد مستول شود عقربه از وضع
اصلی خود منحرف میشود و این انحراف مربوط است هم بجهت جریان و هم بوضع قرار مفتول
نسبت به عقربه و در همه حالات آن را از روی قاعده ساده که متوسط آسپر

Ampere بیان شده است میتوان فهمید .

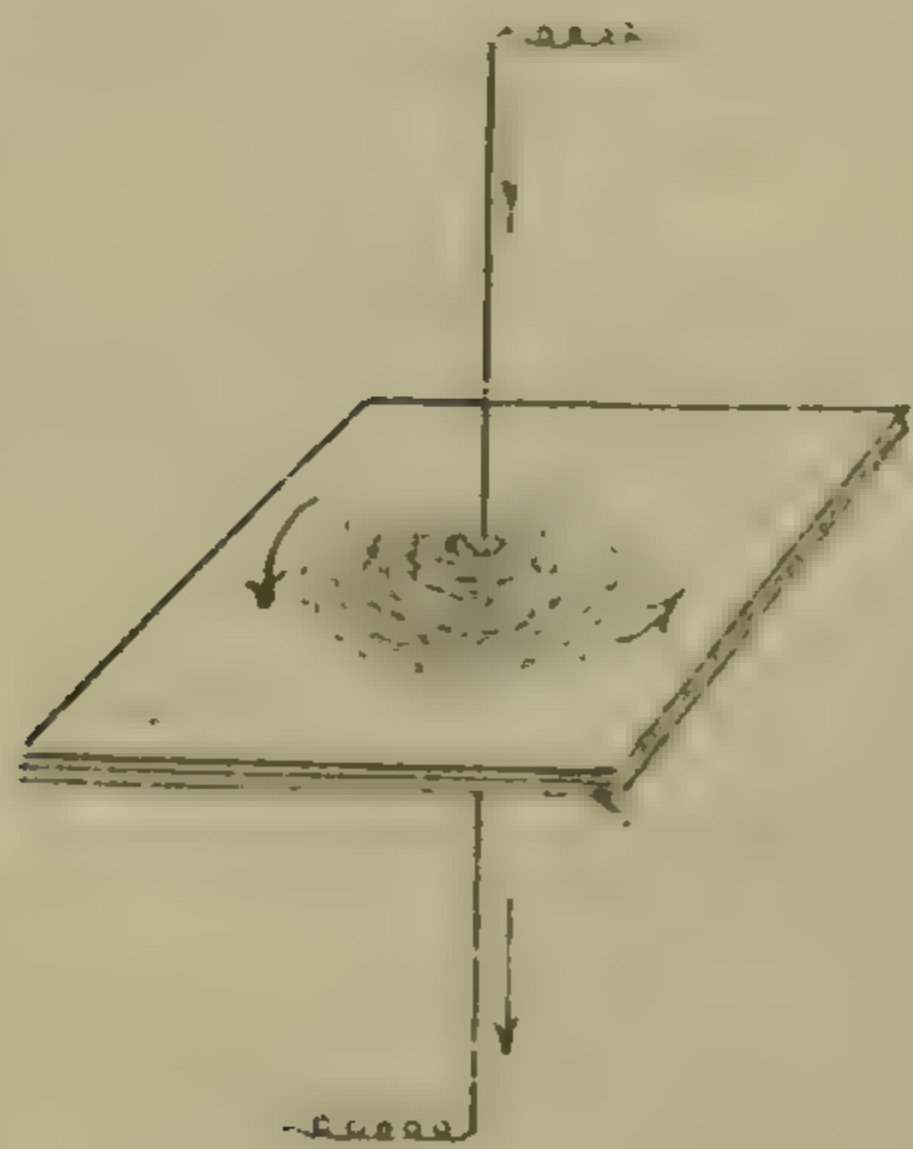
قاعده آسپر - هرگاه شخصی در معبر جریان بیتی خوابیده باشد که جریان از طرف
پایش داخل شد و از سرش خارج شود و بعد او به قطب شمال را هم نگاه کند انحراف
همیشه بطرف دست چپ آن شخص خواهد بود - قانون آسپر را با این طریق نیز میتوان
بیان کرد .

اثر جریان در آهن را سبب میشود که قطب شمال آهن را با
بطرف چپ جریان متمایل شود



از این تجربه چنین نتیجه میگیریم که هرگاه جریانی از جسم مادی عبور کند بلافاصله
در اطراف خود میدان مغناطیسی شبیه میدان آهن ربا احداث میکند.
تحقیق در این میدان نیز بوسیله طیف مغناطیسی با براده آهن یا بوسیله عقربه
کوچک مغناطیسی که بنجی آویخته باشد بعمل میآید و برای این قسم میدان سه حالت
مختلف میتوان تشخیص داد از استقرار :

(۱) میدان جریان مستقیم - هرگاه مفتولی را از وسط صفحه مقوای
عبور داده و جریان را در آن وارد کنیم و سپس بر روی صفحه مقوای براده آهن



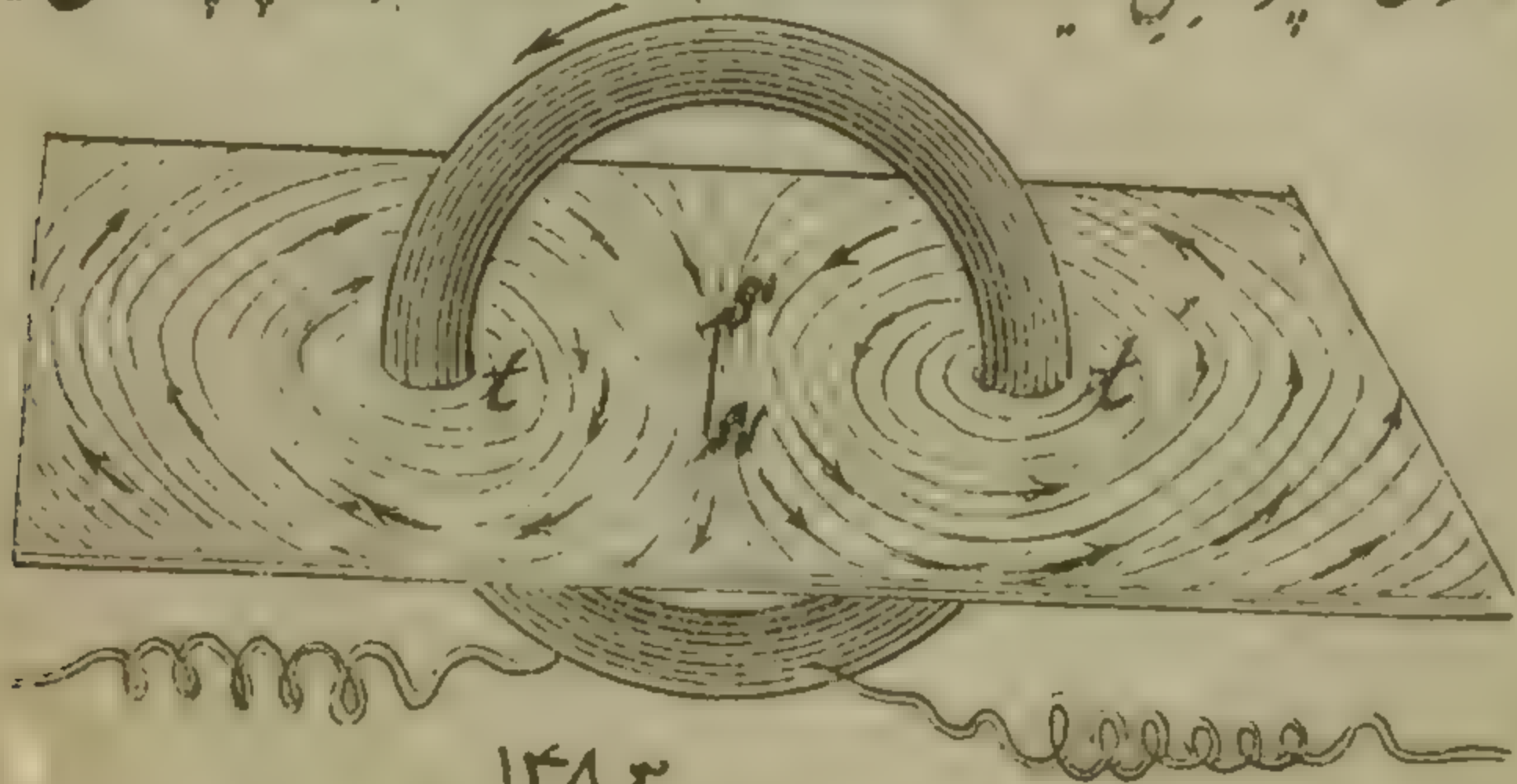
سر ۱۴۷

بریزیم طیفی تشکیل خواهد شد
مرکز از دو طرف متحد المثل
مرکز همه آنها نقطه است که مقوای
از صفحه عبور نموده و اگر
فرض کنیم (مطابق شکل ۱۴۷)
جهت جریان صعودی باشد
مطابق قاعده آسپر جهت خطوط

قوة این میدان بر عکس حرکت عقربه های ساعت خواهد بود و هرگاه دو جریان

مقادیر آتشد و مختلف جهت را روی یکدیگر قرار دهیم (مثلاً مستول را بر روی خودش برگردانیم) طیف مغناطیسی تشکیل می‌شود و یا عبارتاً جسمی و میدان مغناطیسی مختلف جهت که تشکیل شده اند یکدیگر را خنثی می‌کنند.

(ب) میدان جریان مدور - مستول نادی ایند فعه شکل دایره داشته و از دو سوراخ صفحه مقوا عبور می‌کند (سطح دایره بر صفحه مقوا عمود است) در اینحال چون براده آهن روی صفحه بریزیم شکل قوسهایی در می‌یابد که اطراف دو سوراخ را احاطه می‌نمایند و مطابق قاعده آهنشخص ناظری که در نقطه غیر مشخص جریان قرار گیرد خطوط قوه از طرف راست بچپ آنشخص متوجه خواهند شد و دسته خطوط قوه این میدان مغناطیسی از طرف راست جریان (طرف راست ناظر که مطابق قانون آمپر داخل دایره را نگاه کند) داخل شده از طرف چپ خارج می‌شود (شکل ۱۴۸)



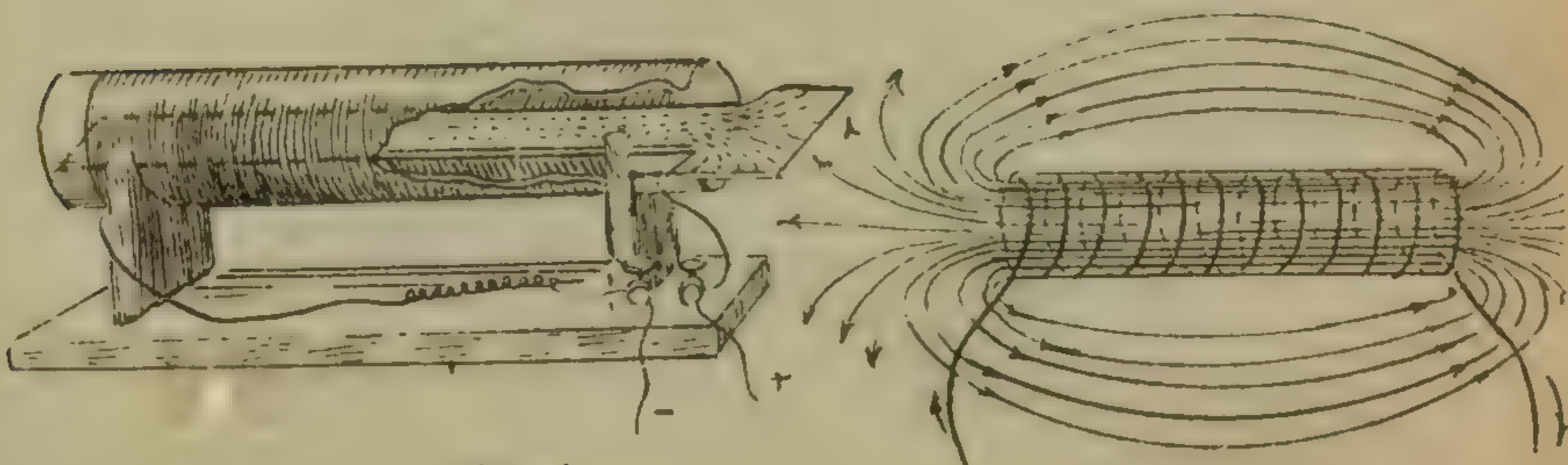
بطور کلی می‌توان گفت خطوط قوه از طرفی خارج می‌شوند که هرگاه شخص رو بآن طرف باشد

جهت جریان الکتریک را مخالف جهت حرکت عقربه های ساعت می بیند
چون عقربه مغناطیسی کوچک m را در وسط دایره قرار دهند نقطه شمالش بطرف چپ جریان
و جنوبش بطرف راست متوجه خواهد شد.

میدان مغناطیسی قرقره - جریان لوله شکل

فرض کنیم جریان الکتریسیته از مفتول فلزی که از جسم عایقی مستور و شکل ح ^ل
استوانه بلوری پیچیده شده است عبور نماید (شکل ۱۴۹) در داخل استوانه خطوط
خطوط قوه مغناطیسی را میتوان بوسیله طیفی که از ریختن براده آهن در روی صفحه
مقوایی که در جوف استوانه قرار گرفته است معین نمود -

در خارج قرقره چنین استنباط میشود که خطوط قوه بسیکه یک متصل شده حالت طیف مغنا
آهن را بار تشکیل میدهند (شکل ۱۵۰) و از وضع تسمه اگر فرق ذرات آهن در
داخل لوله مستوان فهمید که میدان مغناطیسی تا کی بدو انتهای لوله مانده متحد ^{شکل}

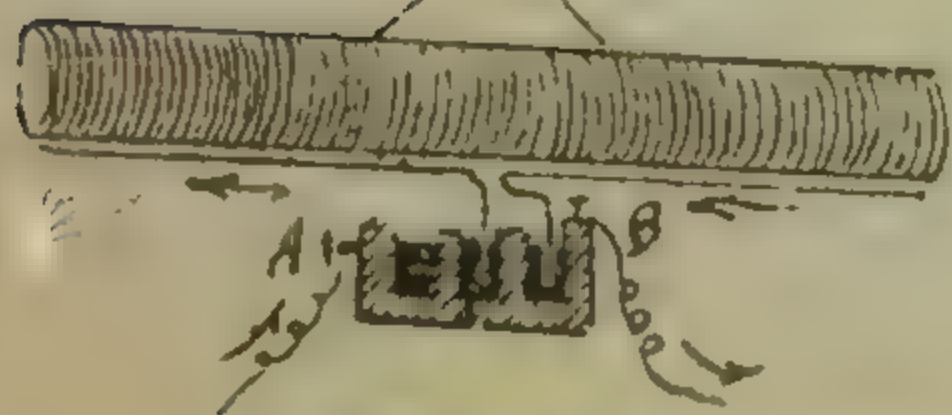


است - خطوط قوه از طرفی خارج میشوند که هرگاه شخص ناظر را با آن طرف بایستد جهت
جریان الکتریسیته را بر عکس حرکت عقربه های ساعت مشاهده میکند و بنا بر این انتهای
قرقه حالت قطب شمال و انتهای دیگر حالت قطب جنوب آهن را بار ادا
میکند .

دستگاهی که باین ترتیب تنظیم شود موسوم است به *Solenatide*
جریان لوله شکل

تجربه - هرگاه بوسید اسباب مخصوصی قرقه را طوری بیاوریم که بجای
ازاد حول محور تعلیق خود بچرخد (شکل ۱۵۱) و پس جریان الکتریسیته را در
آن وارد سازیم نفوذ

یک سر متصل قرقه در طرف حیوه
وسط دست دیگر در طرف کنار ادا
میشود و هر دو طرف بواسطه
مستولهای A و B با جریان
الکتریسیته مربوط میشوند

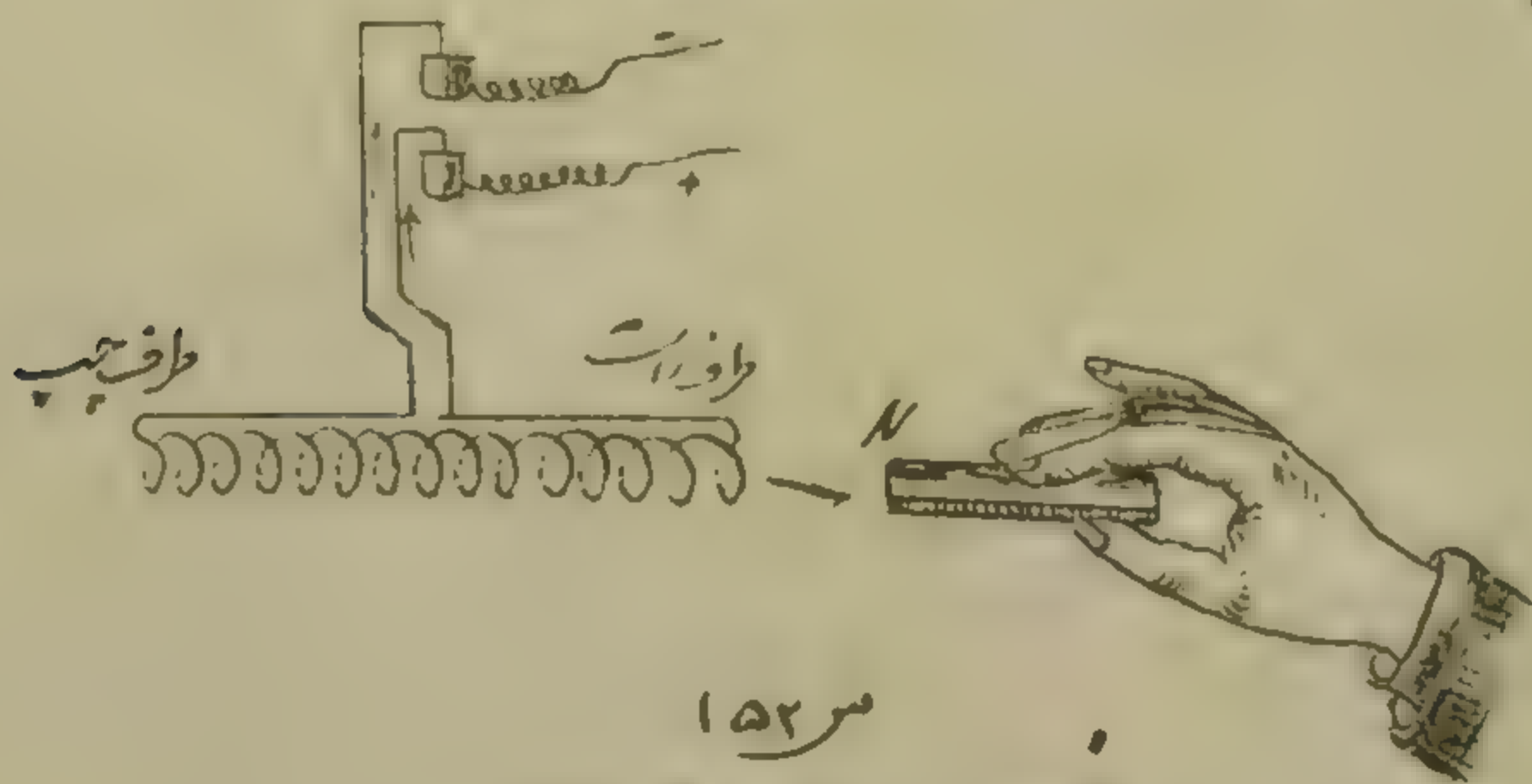


شکل ۱۵۱

قرقه در سطح نصف النهار
مغناطیسی قرار میگیرد و
طرفیکه متوجه قطب شمال
میشود همان طرفی است
که اگر شخص مقابل آن بایستد
جهت جریان را بر عکس

جهت حرکت عقربه های ساعت مشاهده خواهد کرد .
 اگر قطب شمال قرقره آهن را با قرقره دیگری را محباً و در صورت متحد^{الاسم}
 بودن نقاط مجاورت دفع و در غیر آن جذب آن دو را مشاهده خواهیم کرد
 (شکل ۱۵۲)

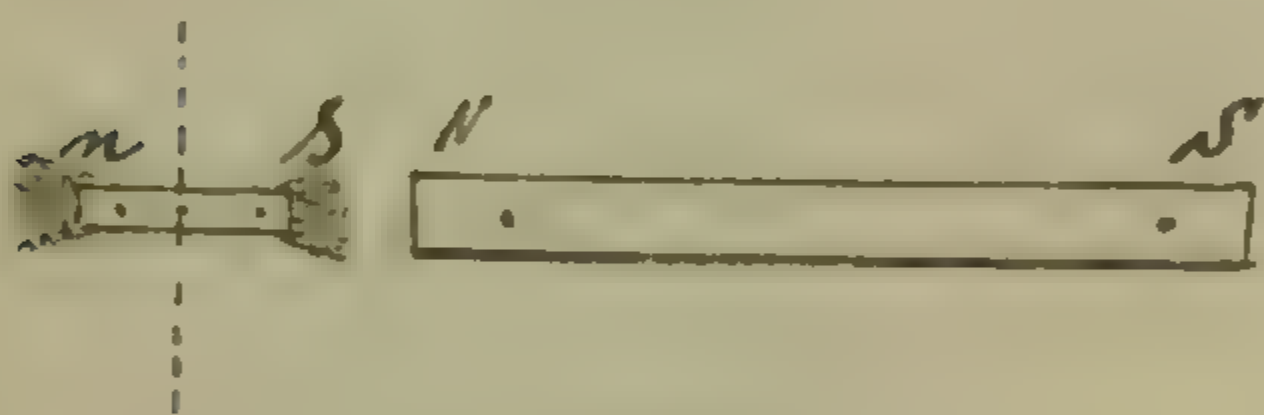
در قرقره الکتریک ، جریان لوله شکل میتوان تجربه ارستد را تکرار نمود و بحرا^ف
 آن را در نتیجه اثر جریان مشاهده کرد و روی هم رفته از تمام این تجربیات چنین
 میفهمیم که قرقره الکتریک شایسته کابلی مغناطیس دارد



فصل هشتم

الف) قوه مغناطیسی در آهن فولاد - مغناطیس الکتریکی
 تولید قوه مغناطیسی در آهن بواسطه مجاورت با مغناطیس
 چون تیغه کوچک آهن خالص را در فاصله کمی مجاور قطب شمال تیغه مغناطیسی نزدیک

(شکل ۱۵۳) دو انتهای تنگ آهن خاصیت جذب براده آهن پیدا کرده
 بعبارة احسنی مغناطیس میشود و برای اینکه قطبین این مغناطیس را تشخیص دهند
 کافیت قطب شمال تنگ مغناطیسی را بکلی از دو انتهای تنگ در مثلاً در نزدیکی
 کرده و چنانچه همگی را دفع کنند این انتهای در قطب شمال و انتهای دیگر
 در قطب جنوب خواهد بود.

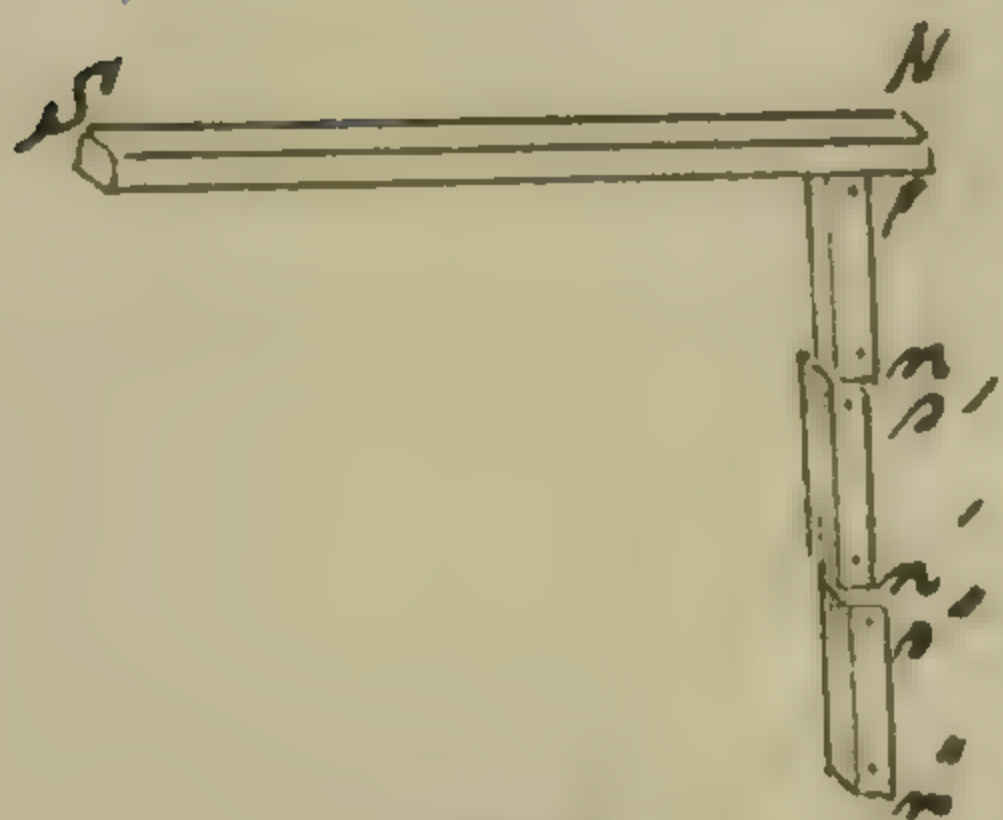


شکل ۱۵۳

باید دانست که خاصیت مغناطیسی تنگ در دایمی نبوده و پس از دور شدن آن
 از مغناطیس همه بعد از اندک مدتی این قوه از بین رفته براده های آهن میگریزند
 پس از ضرب که به تنگ وارد آید این حاجت معدوم میشود و همین جهت این قسم قوه
 را قوه مغناطیس موقتى *Temporary* نامیده اند.

از روی این تجربه میتوان کیفیت تکثیر طیف مغناطیسی را بخوبی فهمید چه برداشته از براده آهن
 بواسطه مجاورت دارای خاصیت مغناطیسی شده و تماس بر خط قوه میثود و مانند عقربه مغناطیسی قرار میگیرد
 تجربه دیده شده است که اگر آهن خالص را خیلی نزدیک به مغناطیسی کنیم

قوة جاذبه دو قطب N و S سبب اتصال آن دو شده اگر وزن آهن نای
 نباشد معلق میماند (شکل ۱۵۳) و چون قطعه در m خاصیت مغناطیسی پیدا کرده
 آن نیز نموده خود میتواند قطعه



۱۰۳

آهن دیگری را جذب نماید
 ولی این خاصیت القاء فرسته
 رفته ضعیف شده بالاخره
 موقعی میرسد که دیگر قطعه
 نمیتواند قطعات دیگری بخورد

جذب کند بهین ترتیب است که ذرات بر ده آهن در قطبین مغناطیس بکدیگر
 میوند.

القاء قوة مغناطیسی ثابت در فولاد بواسطه مجاورت

— قوة *Coercitive*

اگر تجربیات قبل را با مسید فولادی مجری کنیم این میله نیز دارای قوه مغناطیسی
 میشود ولی در اینجا برخلاف آهن خالص از بین رفتن این خاصیت مشکل
 سخت هم برای آن کفایت نمیکند و برای از بین بردن این قوه باید آن را با

سرخ سفید گرم کرد و یا آن را در تحت اثر میدان مغناطیسی دیگری که جهتش مخالف جهت مغناطیس مطلق باشد قرار داد این خاصیت ضبط قوه مغناطیسی در فولاد را قوه *Carcentine* نماید.

الف قوه مغناطیسی بواسطه جریان - هرگاه سیم آهنی یا فولاد را در میدان مغناطیسی جریان قرار دهیم خاصیت مغناطیسی موقتی یا دائمی داده شده و از تجربه های ذیل این مسئله واضح میشود :

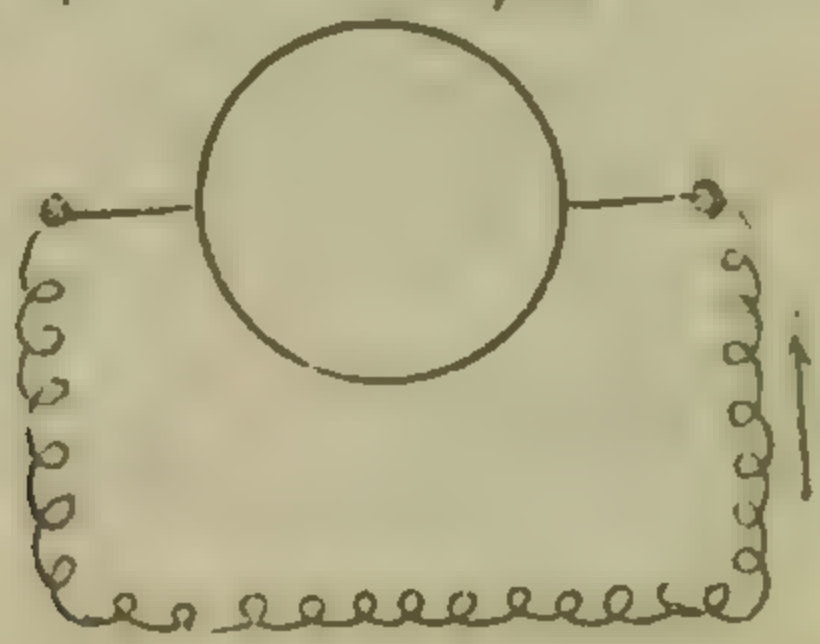
۱- قوه مغناطیسی ثابت فولاد - هرگاه سیم فولادی را در لوله شیشه مفتول پیچ شده داخل کرده و جریان را مدت چندین دقیقه از مفتول عبور دهیم تجربه نشان میدهد که سیم دارای خاصیت مغناطیسی شده و بر طبق آنچه که قبلاً دیده ایم قطب شمال سوزن طرفی است که شخص باید رو با نظرف ایستاده جهت جریان را بر عکس حرکت عقربه های ساعت مشاهده نماید سر ۱۵



سر ۱۵

۲- قوه مغناطیسی موقتی آهن - مغناطیس الکتریکی - بنا بر آنچه گفته شد که

مید آهمن خالص در درون قرقره مفتول صح قرار گرفته باشد پس از عبور جریان
در این مفتول میدان آهمن خاصیت مغناطیسی پیدا میکند ولی پس از قطع جریان بجای



اول خود برکشته

خاصیت خود را از

دست میدهد بنا برین

مستوان بمل خود

در آن ایجاد قوه مغناطیسی



سر ۱۵۶

کرده و یا آن را از زمین برود
چنین الکتریسیته را مغناطیس الکتریکی

کرده اند. سر ۱۵۷

اگر عوض میدان آهمن با میدان فولاد این تجربه بعمل آید تغییر فولاد یک مغناطیس

قوی می شود بطوریکه مغناطیسهای معمولی را بهین قسم تهیه میکنند.

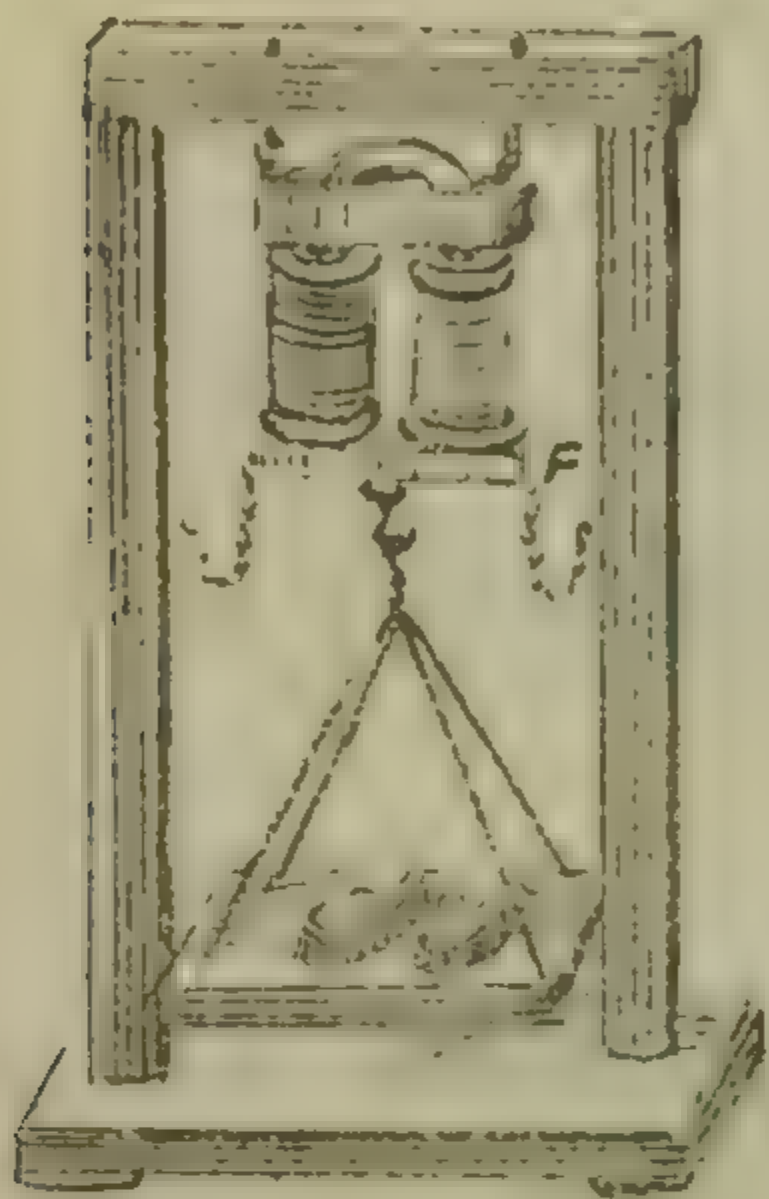
ساختمان مغناطیس الکتریکی - هرگاه بجو آهمن مغناطیس الکتریکی

را برای جذب قطعات آهن خالص استعمال کنند بهتر است که آن شکل

اسب ساخته سطح تماس آن را با آهن زیاده ترکشند و ضمناً برای اینکه در آن

دو قطب شمال و جنوب بشود بایستی جهت پیمودن مفتول در روی و شانه

مغناطیس مخالف یکدیگر باشد (شکل ۱۵۱)



۱۵۷

اثر جاذبه دارد بر صفحه آهن

خالی F موسوم بکوشش

بایستی بلافاصله بعد از قطع

جریان از بین برود و بی معنی

بواسطه خاصیت مغناطیسی

که قبلاً ذکر شد این عمل بخوبی انجام

نمیگیرد و همین جهت در تلگرافها

و سایر مواردیکه احتیاج به

الکتریسیته دارند بواسطه این

مشکل میباید تا از این نقص



۱۵۸

گیری شود - موارد استعمال مغناطیس الکتریکی در زنک اخبار و تلگراف ماشین

گرام است و بعداً خواهد آمد.

فصل پنجم

اثر شیمیائی جریان الکتریتی

الکترولیز Electrolyse

هرگاه مقدار مایعی در معبر جریان الکتریتی واقع شود سه حالت مختلف ممکن است اتفاق افتد .

۱- مایع جسم بیضی مادی است مثل حموه - در اینحال جریان الکتریتی مایع را نیز مثل سایر قتمتهای معبر خود گرم میکند .

۲- مایع جسم بیضی یا مرکب غیر مادی است (گوگرد مذاب - آب خالص ^{نقطه} - الكل - وغیره) در اینحال جریان اصلاً عبور نمیکند .

۳- مایع جسم مرکب مادی است (اسید - بزر - یا ملح که در حال ذوب ^{در حال} باشد) در اینحال جریان عبور کرده مایع را به عناصر مرکب تجزیه میکند و این

یعنی تجزیه یمایع شیمیائی را بواسطه جریان الکتریتی الکترولیز

Electrolyse و خود مایع را الکترولیت

Electrolyte نامند

و جسم مادی که در مایع داخل شده سبب نفوذ جریان میگردند باسم

الکترود Electrode خوانده می شود الکترود مثبت را آنند

Anode و الکترود منفی را کاتد Cathode

واجب است که در نتیجه تجزیه بدست می آید یون Mon خوانند

هر الکترود تابع سه قانون اصلی ذیل می باشد .

۱- الکترولیت را می توان شکل عمومی MR در آورد که پس از عبور جریان

عناصر M و R از آن بدست می آید .

۲- اجسام ثانوی که از الکترود بدست می آیند فقط در الکترود جامع شده و در خود

جرم تابع باقی نمی مانند .

۳- یون H (فلزیامید رشن) با جریان نزول کرده بطرف کاتد میرود

وین R از جریان صعود کرده آن جمع می شود .

بآسانی ممکن است تحت این قوانین را بتوان ملاحظه کرد و وزن کمی Zn که در

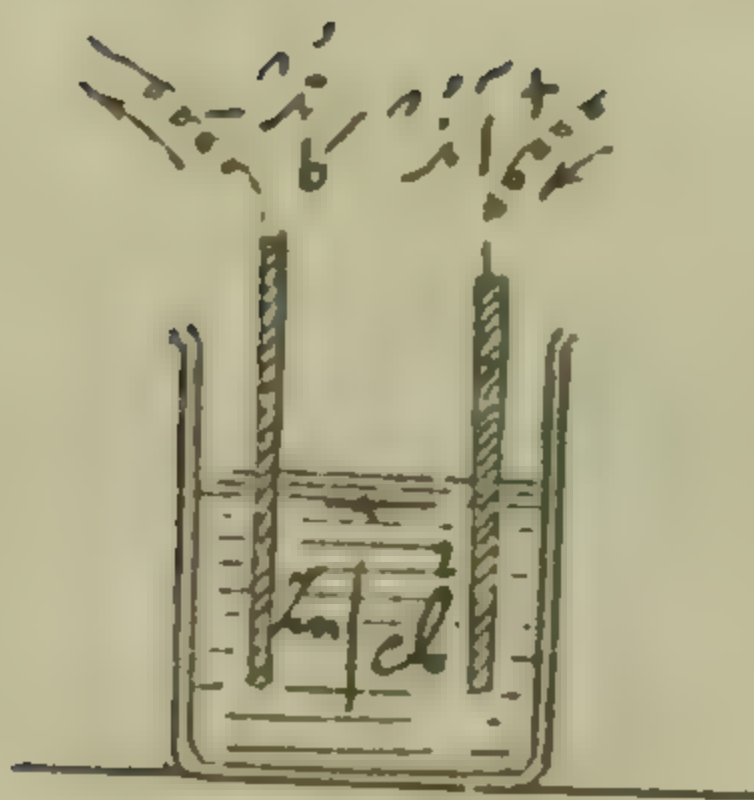
طرف شیشه نازک بجال دو بان بوده و دو مسیله زغال یا طلای سفید در آن

فرد برده باشند معین کرد زیرا بجهت اینکه جریان را وارد کرد و در وزن کم

بنماییم حبابهای کمر از آن متصاعد شده و تنغیه طلای سفیدی که در کاتد قرار گرفته

است از یک ورقه روی پوشیده می شود ۱۵۹

تجزیه اجسام همیشه باین
سادگی نبوده بلکه غالباً
بین دو آد تجزیه شده (بنیاد)
و باین آنها و مایع اصلی
یا الکترودها فصل و انفصال



۱۵۹

شمیائی انجام گرفته و ظاهر آچنین نظر میرسد که قوانین الکترولیز استثناء پذیر میباشند
چنانکه از امشده ذیل این مسند واضح میشود:

۱- تجزیه اسید سولفوریک مخلوط با آب - در ته ظرف بطوری
 V دو الکترود طلای سفید P و P را نصب کرده و در آن اسید سولفوریک که

نه برابر حجمش آب اضافه شده ریخته اند و در روی دو الکترود دلوله تجربه E و
 E' معکوساً گذاشته شده تا بخارات متصاعد در آنها جمع شود - چون دو

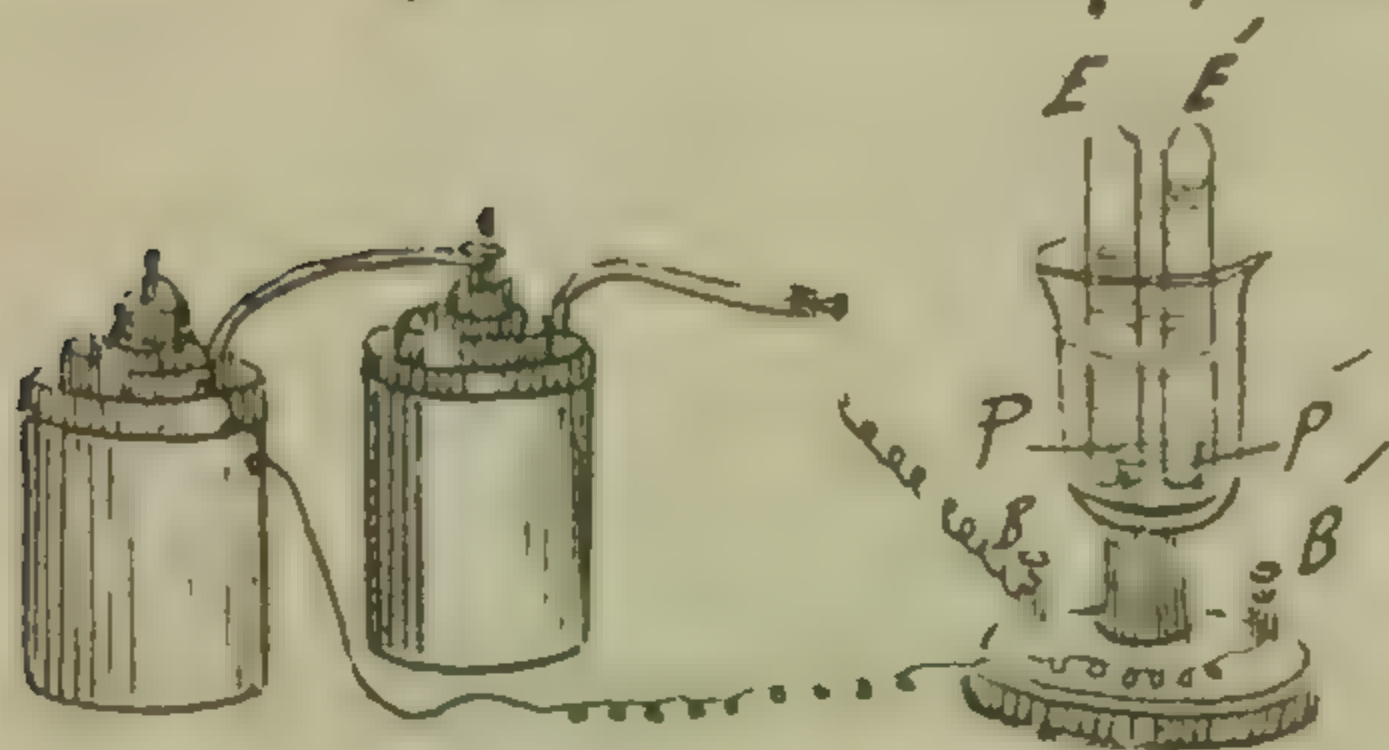
B و B' را بدو قطب پیل (یا مجموعه از چند پیل) متصل کنیم (چنین آلتی را

ولتامتر *Voltameter* خوانند) بلافاصله جریان الکتریتیته برقرار

و حبابهای گاز در روی الکترودها متصاعد شده بتدریج آب از لوله پایین میآید

گازی که در کاتد جمع میشود سیدرژن و آنکه در آنود است اکسیژن میباشد و همیشه

مجموعه شدن دو برابر اکسیژن است (شکل ۱۶۶)

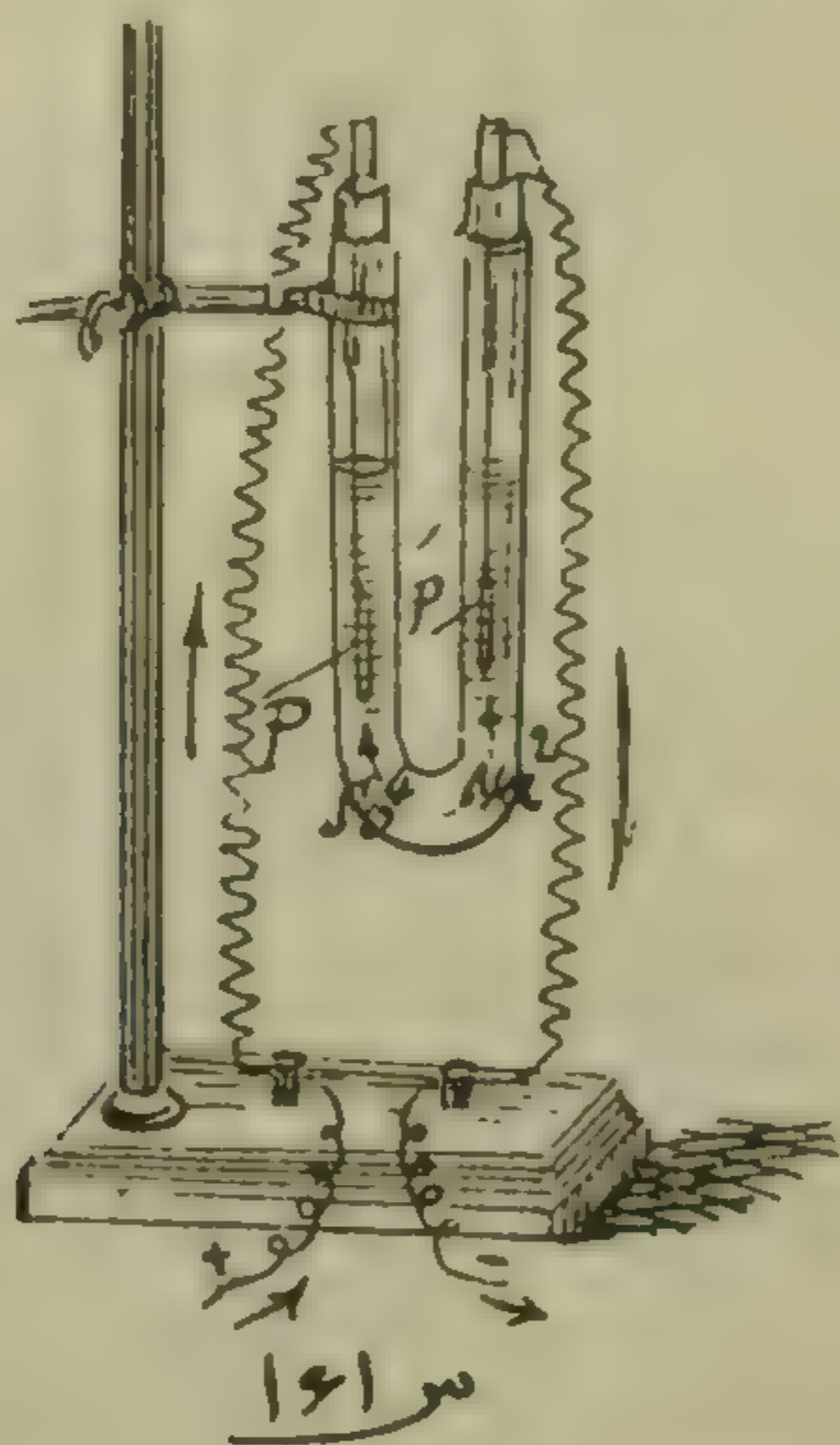


سرعت ولتاژ

جوشه گوگرد H^2 که بدین H^2 و O^4 تجزیه شد
 H^2 بطرف کاتد صعود کرده در لوله جمع میشود ولی O^4 که بطرف آن
 متوجه میشود در آنجا با آبیکه موجود بوده بر طبق فعل و انفعال ذیل تولید جوهر گوگرد
 میکند $2H^2 + O^4 = 2H^2O$ که باین ترتیب اکسیژن در آنجا باقی مانده و
 اسید سولفوریک که دو مرتبه تولید میشود در آب حل میگردد و
 بقسمیکه بواسطه فعل و انفعال ثانوی بین H^2 و O^4 و آب مستحضران گفت که
 تجزیه آب بعمل آمده است و بهین جهت اغلب این الکترالیز را با اسم تجزیه
 آب مینامند.

این تجربه اولین دفعه توسط Carlisle و Nicholson

۲- تجزیه سولفات دوسدیم - اکت تجزیه فی است شکل ۱۶۱
 آن محلول سولفات دوسدیمی که باتنتور خلی آن را رنگ کرده اند ریخته شد
 است دو تیغه طلای سفید P و P نیز در آن فرو برده اند چون جریان را
 از مایع عبور دهیم بخارید زن از کاتد واکیشن از آن متصاعد شده و ضمن آن
 رنگ مایعی که در آن



است قرمز (وجود آ)

و در کاتد سبز (وجود زیر)

میشود

حال باید دید که کیفیت

عمل چگونه بوده است؟

سولفات دوسدیم

ف
 Na_2CO_3 که بواسطه عبور جریان به Na_2O که Na_2CO_3 تجزیه شده - سدیم
 کاتد P رفته در آنجا آب را تجزیه کرده تولید می‌دهد زن یک برز سود می‌کند و آن
 برزنک مایع را بر می‌آید : $Na_2CO_3 + 2H_2O = 2NaOH + 2H^+$

(۱) برای تهیه این تنوره کافی است که کل خلی خشک را چند دقیقه در محلول سولفات دوسدیم

قرار داد و مایع رنگ خط ته نشین شود که آنست که باقی مانده از آنست که

ین H_2O^4 هم بواسطه مجاورت با آب ناحیه آند تولید اکثرین و اسید
مولفوریک کرده، اکثرین متشاعد و اسید مولفوریک رنگ مایع را کمر
میکند.

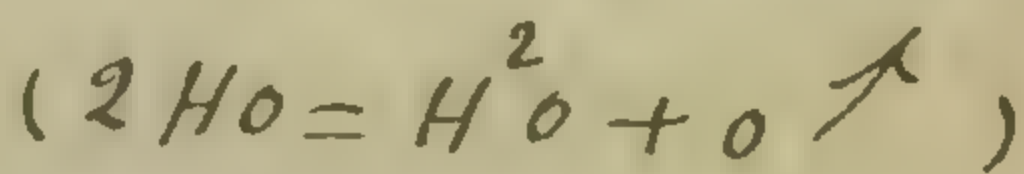
۳- تجزیه کات کبود مابین الکترودهای مسی - در این تجزیه
کات کبود Cu^4 تجزیه شده مس آن بطرف کاتد رفت بر حجم مس آن
طرف میافزاید، H_2O^4 آن در آند با آب ترکیب شده تولید اسید مولفوریک
مینماید که این جسم اخیر نیز با مس ترکیب شد تولید کات کبود جدیدی میکند:



باقیمت مقدار کات کبود ثابت مانده و دائماً از مس آند کم شده بر مس طرف
کاتد میافزاید و همین کیفیت بمنی و اساس قالب گیری است - تجزیه از آند
داران Ag^3O^4 مابین دو الکترود نقره بهین قسم میباشد.

۴- تجزیه محلول تیاس - در اینجا 2KOH تجزیه شده پتاسیم
آن (2K) در کاتد با آب ترکیب شد تولید پتاس جدید میکند و میزد رزن قلع

شود: $2H_2O = 2KOH + H_2 \uparrow$ و $2K + 2H_2O = 2KOH + H_2 \uparrow$ چون
بحال آزاد نمی‌تواند در آند بماند تولید آب کرده و اکسیژن متعادل می‌شود:



فصل دهم

قوانین فارادیه خصوص الکترولیز

(تکمل ۱۶۲)

تجربه ۱- هرگاه ۲ ولت متر را در معبر جریان الکترولیت قرار دهیم
و مدت معینی مثلاً پنج دقیقه جریان را وصل کنیم پس از قطع جریان مشاهده می‌شود
که حجم گازیندژن یا اکسیژن در هر ۲ آنالایک اندازه بوده و اگر زمان
ده دقیقه نمایم حجم گاز دو برابر می‌شود.

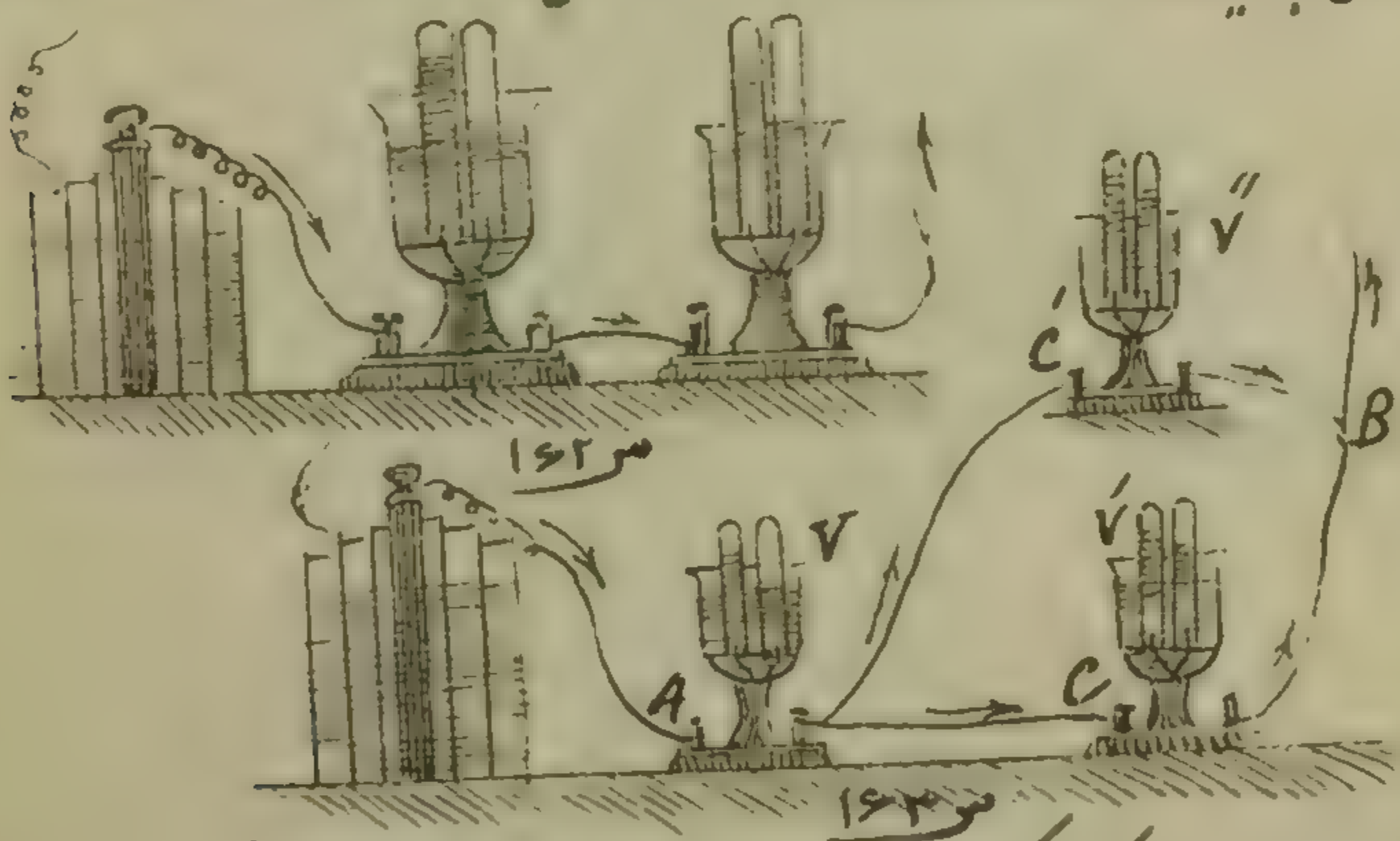
این تجربه اگر با ازماات ارژان نیز بعمل آید مقدار نقره ذخیره شده
در کاتد هر ۲ الکت بیک اندازه خواهد بود از این تجربیات قانون اول
فارادیه نتیجه می‌شود:

قانون اول فارادیه - هرگاه چند ولت متر دارای
الکترولیت بوده و در معبر بیک جریان واقع باشند

(۱۶۷)

در مدت معینی هر سه آنها بیات اندازده فلز رسوب
میکند.

تجربه ۲ در معبر یک جریان مستقیم مثلاً ما بین دو نقطه A و B یک مفتول
مادی و متوسط مفتول دیگری انحرافی قرار داده و بعد ولتاژ V را در
اصلی جریان دو ولتاژ V و V'' (شکل ۱۶۳) را در انحراف بگذاریم و



تجربه سابق را تکرار کنیم این دفعه حجم سیدرین یا مقدار فلز V مساوی مجموع
فلز V و V'' میباشد و علاوه بر این محقق شده است که این مسدود رطوبتی شکل
و وسعت الکترودها و غلظت الکترولیت ندارد از این تجربه به قانون دوم
فارادیه نتیجه میشود:

قانون دوم فارادیه - اگر در معبر اصلی جریان و همچنین

در انحرافات ولتاژهای را قرار دهیم مقدار
فلز را سب درون ولتاژ اصلی مساوی مجموع مقدار
فلزات را سب در انحرافات میباشد.

اگر در تجربه قبل طول دو انحراف ACB و $AC'B$ و جنس فلزشان یکی بود
درست مقدارین در زن یا فلز هر یک از دو طرف V یا V مساوی $\frac{1}{2}$ نصف
 V میشد بنا بر این مستیوانیم برای الکتریتیته کمی قابل شویم که در V دو
 V یا V بوده و سب میشود که فلز یا گاز تجربه شده در آن نیز دو برابر هر یک
از دو طرف دیگر باشد از این رو گوئیم:

الکتریتیته کمی است یعنی قابل اندازه گرفتن و یا اضافه و
نقصان نمودن میباشد

واحد کمیت الکتریتیته — برای تقدیر کمیت الکتریتیته کافی است که
آن جسم را با بر ولتاژ متریکه دارای آب مخلوط با اسید سولفوریک
یا از نوات دار آن باشد و اگر مقدار گاز یا فلزات را معین
نمود.

بر وفق دلایلی که این مختصر گنجایش ذکر آنها را ندارد و احد کمیت الکتریسیته
را کمیتی گرفته اند که بتواند در ولتا متر دارای محلول از نیت دار اران^{۱۱۱۸۰۰۰۰۰}
گرم نقره تجزیه کند: این واحد را کولن *Coulomb* نامند
شدت جریان - در پیش دیدیم که اگر جریان را مدت t ثانیه
بر محلولی وارد کرده و بعد زمان را مضاعف کنیم مقدار الکتریسیته تجزیه
شده نیز مضاعف شود - بنا بر این علاوه بر کمیت الکتریسیته باید مقدار الکتریسیته^{لیتی}
را هم که در واحد زمان در جریان میافتد نیز در نظر داشت و این مقدار را شدت
الکتریسیته خوانند

و احد شدت جریان کولن در ثانیه است یعنی شدت جریانیست که در
مدت یک ثانیه ۱۱۱۸۰۰۰۰ گرم نقره در کاتده تهیه میکنند این واحد
آمپر خوانند

تجزیه مواد مختلفه در جریان واحد - تجزیه ۳ - اینده
چهار ولتا متر در معبر جریان قرار میدهم که بر ترتیب از آسید کلریدر یک
 HCl و از نیت داران Ag^3O^3Ag و کات بود SO^4
و کلرور در $AgCl^3$ پر شده باشند، چون جریان را عبور میدهم تجزیه

نشان میدهد که در دستیکه آب مخلوط با جوهر نمک یک گرم شیدرژن تولید میکند
در کات بود ۳۱٫۵ گرم مس و در کلرور در ۵٫۷۵ گرم طلا و در ازنیت
دارژان ۱۰۸ گرم نقره بدست میآید .

چنانکه در شیمی ذکر شده شیدرژن و نقره منوالان *Monovalent*
مس دیوالان *Divalent* و طلا تریوالان *Trivalent*
میباشد و علاوه بر این میدانیم که وزن ذره نقره مساوی ۱۰۸ - شیدرژن
مساوی یک است مس مساوی ۳۲ و طلا مساوی ۱۹۷ میباشد بنابراین وزن
فلزات حاصله متناسب با خارج قسمت وزن اتمی فلزات مختلفه بر دالان
آنهاست : $65.7 / 3 = 21.9$ $108 / 1 = 108$ $197 / 3 = 65.7$

علاوه بر این اگر کمیت الکتریسیته که برای حصول این تجربه لازمست اندازه
بگیرند مساوی ۹۶۰۰۰ کولن میگردد و قانون یسّم فارادیه از اینجاستجه
میشود .

قانون یسّم فارادیه - هرگاه چند ولتا متر مختلف در مجرای
واحدی قرار گیرند مقداری الکتریسیته مساوی ۹۶۰۰۰ کولن در هر یک از

آنها مقدار فلز مساوی خارج قسمت وزن آتمی بروالانس -
Valence آن فلز تجزیه میکند و یا بعبارة اخرى وزن فلز

را سب شده در هر جریان در مدت معینی با وزن آتمی
 آن نسبت مستقیم و با ظرفیت آتمی آن نسبت معکوس دارد

مورد استعمال الکترولیز

قالب گیری - مقصود از قالب گیری این است که در روی مهبی قالب
 آن فلز معینی را بتوسط جریان الکتریتیة رسوب کرده و با نیوسید جزئیات
 آن جسم یا قالب را بدست آورد - فلزیکه بیشتر برای اینکار مورد نیاز
 دارد مس است

تجربه - فرض کنیم که میخواهیم سکه را قالب گیری کنیم - ابتدا قالب
 از آن را با گچ یا کاغذ چوبی یا غیره تهیه کرده و برای آنکه سطح آن مادی شود
 روی آن را از یک قشر خیلی نازک پلماژین میپوشانیم و ضمناً دور آن را با
 رشته مقول میپیچیم - پس این قالب را در محلول کات کبود حل
 کرده آن را با قطب منفی پیل اتصال میدهیم و بجای آنکه هم تنگ از

قرار میدسیم - در آت مس بطریقیکه سابقاً گفتیم کم از آنکه جدا شده بطرف
کانه میرود و در روی قالب جا گیرین میشوند و پس از آنکه قشر خوب جدا گانی

شد جریان را قطع کرده

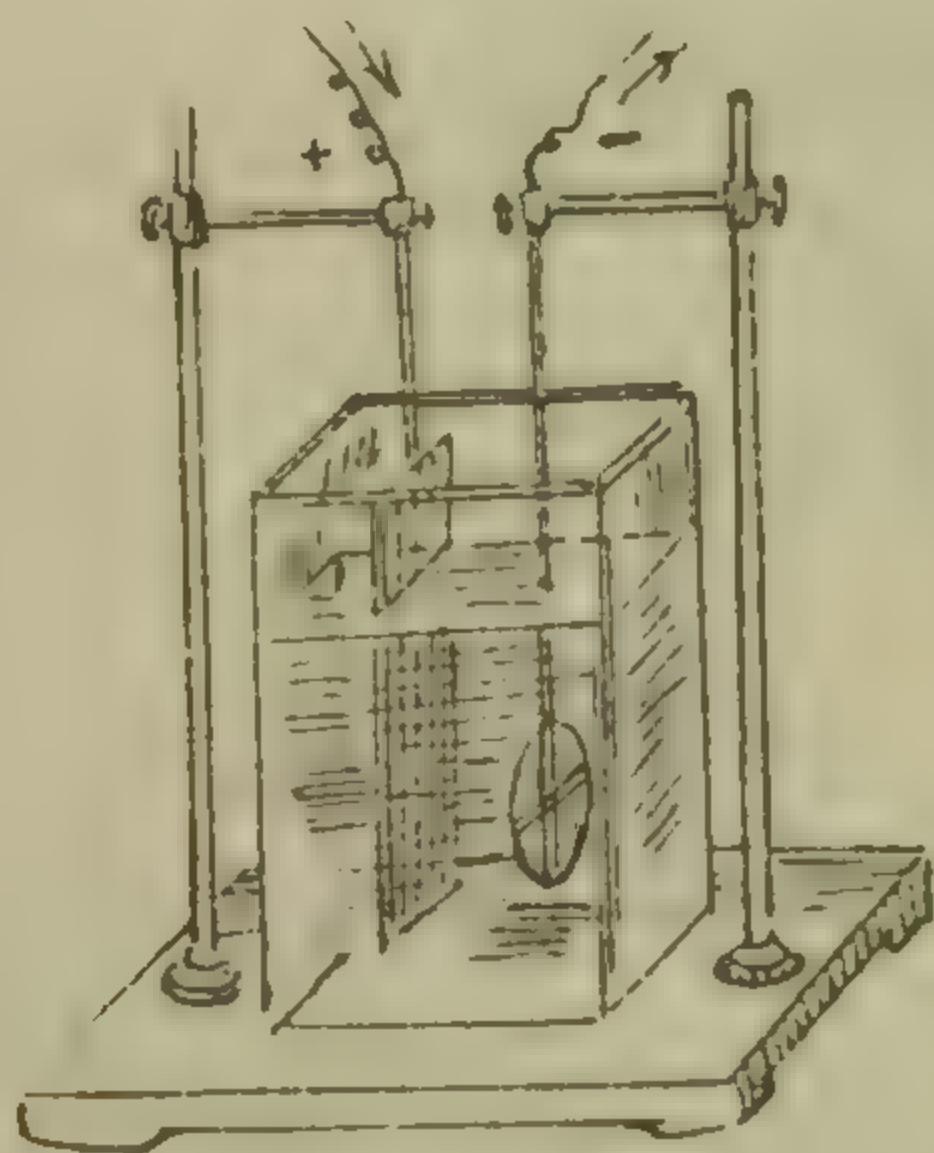
سکه جدیدی مثل سکه اصلی

خواهیم داشت سر ۱۶۴

برای قالب گیری با نفقه

و طلا و نیکل - باید در آنند

از این فسزات را قرار ده

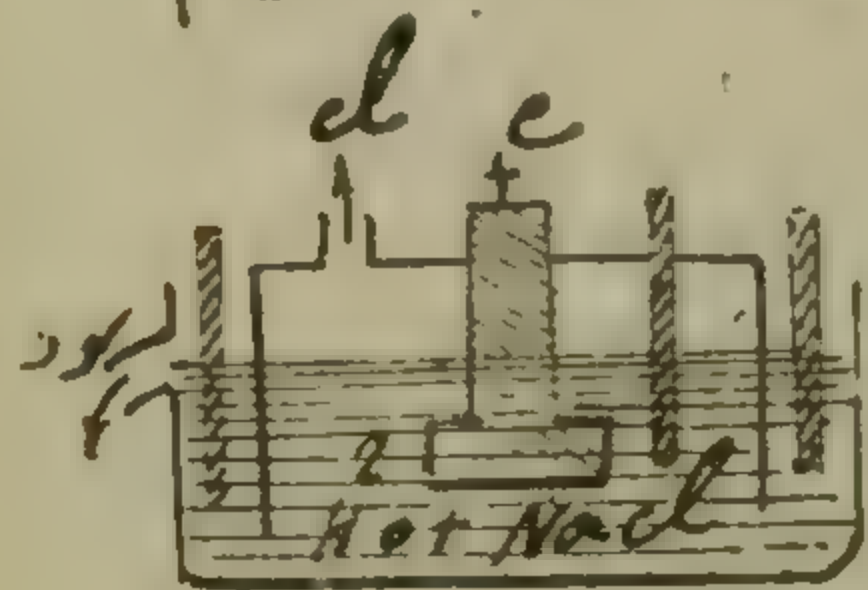


سر ۱۶۴

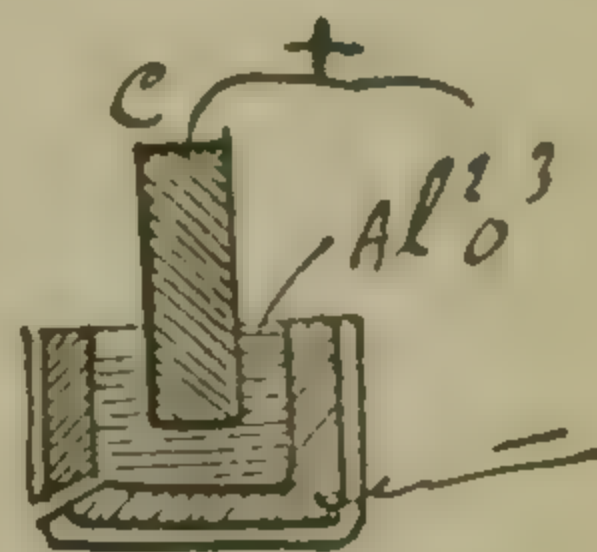
و محلول را هم محلول ملخی خود این فسزات انتخاب کرد (سیانور مضاعف طلا

و پتاس در آب طلا کاری - از آت دارشان و سیانور و پتاسیم -

آب نفقه کاری) الکترولیز را برای تهیه مس خالص - تهیه آلومینیوم -



سر ۱۶۵ تهیه مس در سرد



سر ۱۶۶ تهیه آلومینیوم

تمپه کلر و سود و غیره استعمال میکنند.

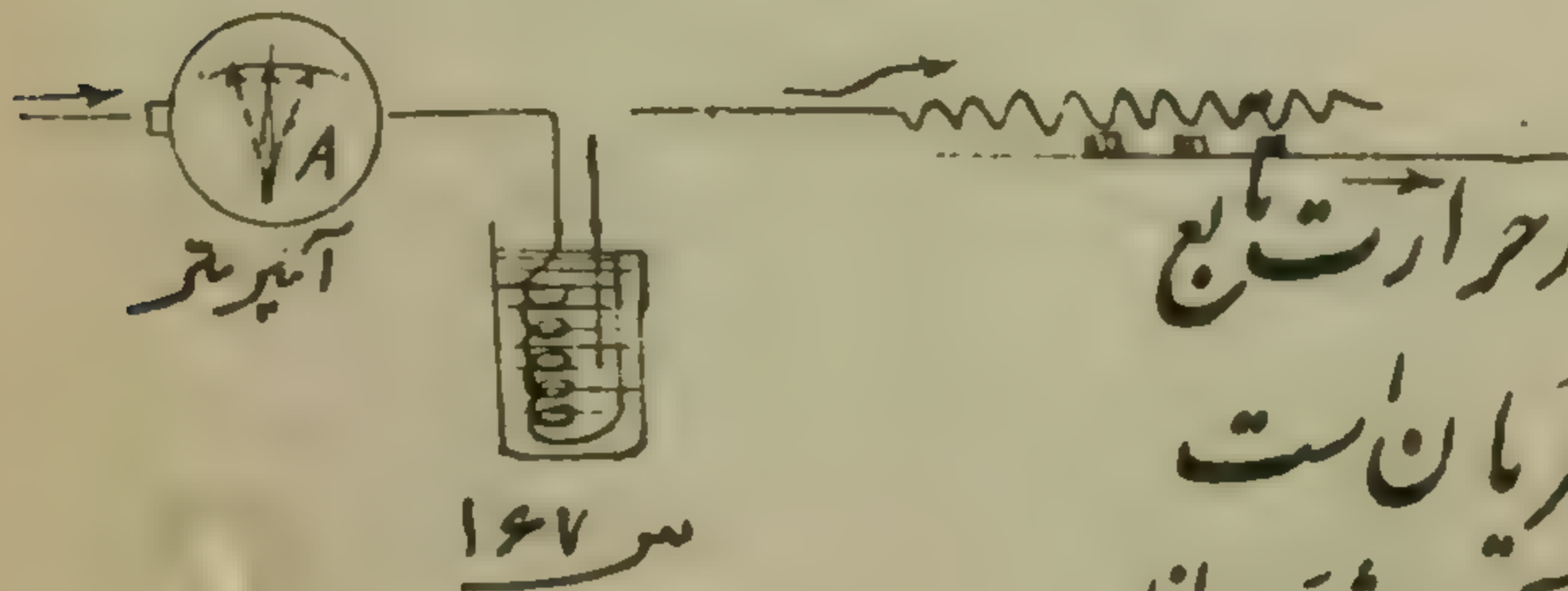
فصل یازدهم

آثار حرارتی جریان - مقاومت الکتریکی

قانون اهم - قانون ژول

تجربه - هرگاه در معبر جریان چند پیل مغتول نازکی از جنس آلومینا آهن
و نیکل *Ferro-nickel* قرار داده بماند و وصل کنیم مغتول یعنی
گرم میشود که دست را میوزاند یا اگر بهین جریان لامپ کوچکی وصل شود
را سرخ و روشن میکند.

مقدار حرارتیکه در نتیجه عبور جریان در جسم مادی تولید میشود تابع قوانین خدی



۱. مقدار حرارت تابع

شدت جریان است

برای بدست آوردن شدت جریان

اسبانی استعمال میشود موسوم به پیر متر که اساس آن بعد از ذکر خواهد شد.
هرگاه در بحر دریای آمپرتری قرار داده و طول مفعول را کم و زیاد کنیم
جریانهای ۱، ۲، ۳، ۴ آمپری بدست میآوریم. حال اگر حرارت
حاصل بواسطه عبور جریان را در یک قسمتی از مفعول اندازه بگیریم در آن قسمت
مفعول را نازک کرده داخل در مقیاس الحراره کنیم، نتایج ذیل حاصل میشود

از زیاد و درجه حرارت

شدت جریان

۱	آمپره
۲	=
۳	=
۴	=
۳۲	

از اینجا معلوم میشود که: مقدار حرارت حاصله در زمان معینی

بواسطه عبور جریان متناسب با مجذور شدت

جریان است.

ب، مقدار حرارت متناسب با طول مدت عبور جریان است

— تجربه قبل را در حالتیکه شدت جریان مساوی یک امپر باشد چون نگردانیم نخواهیم دید که اگر مثلاً در پنج دقیقه حرارت مقیاس الحرارة درجه بالا رفت در ده یا پانزده دقیقه چهار یا شش درجه بالا خواهد رفت بنابراین:

مقدار حرارت حاصل از عبور جریان مناسب

با طول مدت عبور جریان است

جـ — مقدار حرارت حاصل تابع عامل دیگری نیز میباشد اگر در تجربه مای قبل مفتول نازکی را که داخل در مقیاس الحرارة شد است تغییر دهیم (بدون تغییر قطر آن) و یا قطر آن را کم و زیاد کنیم (بدون تغییر طول) در صورتیکه شدت و زمان تغییری نکند این نتیجه حاصل میشود که مقدار حرارت حاصل متناسب با طول مفتول بوده و با سطح مقطع آن نسبت معکوس

دارد.

پسین هرگاه جنس مفتول را تغییر دهیم (بدون تغییر سایر شرایط) در مقدار حرارت حاصل تغییر عارض میشود بنابراین: در مقدار حرارت حاصل از عبور جریان طول و مقطع و جنس مفتول نیز

و حالت دارند مجموع ملاحظات مذکوره را ممکن است در دستور ذیل
 گنجانده و مقدار حرارت را متناسب با آن دانست :

($K \times \frac{g}{\rho} \times t \times I^2$) که در آن I شدت t زمان g طول
 مغنول که سطح مقطع K جنس آن را بیان میکند .
 عامل آخری ($K \times \frac{g}{\rho}$) که در فوق ذکر شد با سم مقاومت الکتریکی
 نامیده شده و ما میتوانیم آن را به R بنامیم
 از آنچه که مذکور شد میتوان قانون کلی ذیل را که منسوب به ژول و *Watt*
 است استخراج کرد :

مقدار حرارت حاصله در زمان معینی بواسطه
 عبور جریان در جسمی مشخص متناسب است
 اولاً با زمان ثانیاً با مجذور شدت و ثالثاً با
 مقاومت الکتریکی جسم :

واحد مقاومت الکتریکی — واحد قانونی و بین المللی مقاومت

عبارت از مقاومت ستون جوهر است که در صفر درجه حرارت ۳۰۰۰۰۰

سانتی متر ارتفاع و یک میلی متر مربع قاعده داشته باشد و این واحد را باسم کی از علمای فیزیک اهم $Q \cdot Km$ می‌دهند

قانون اهم

تجربه — هرگاه در معر مفستول AB که وصل به پیل الکتریک است

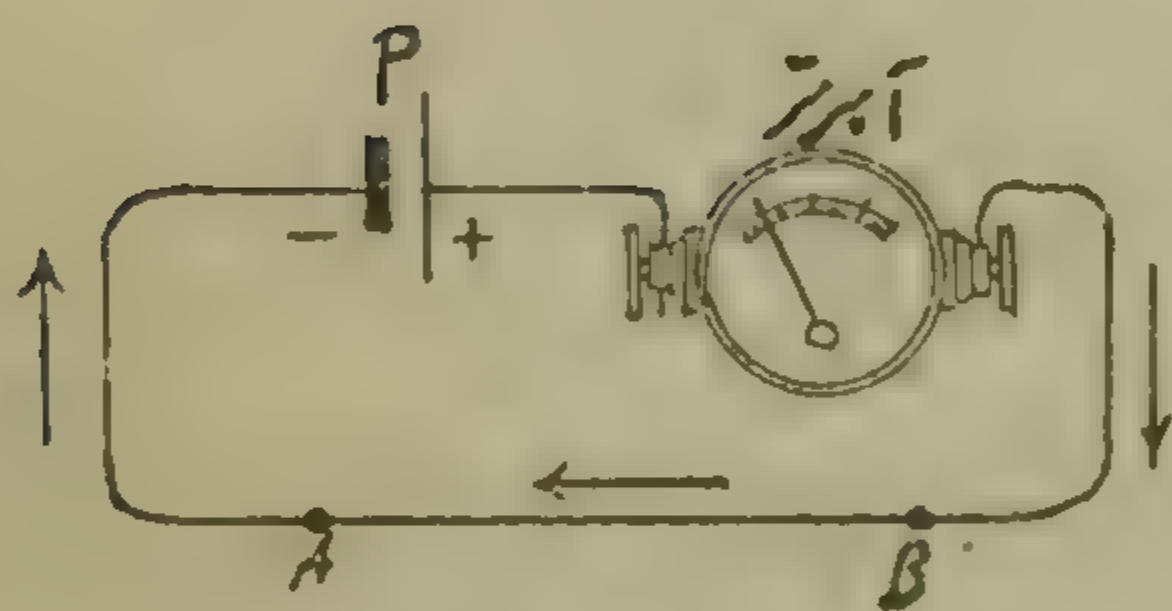
آمپر متری قسه ارداده فرض

کنیم در صورتیکه مقاومت

مفستول مساوی یک اهم باشد

آمپر متر دو امپه را نشان دهد

پس از این عمل چون مقاومت



مر ۱۶۸

دو یا سه یا چهار یا ده اهم نمایم خواهیم دید که آمپر متری یک، یک و یک

آمپر را نشان میدهد بطوریکه در هر حال حاصل ضرب شدت جریان

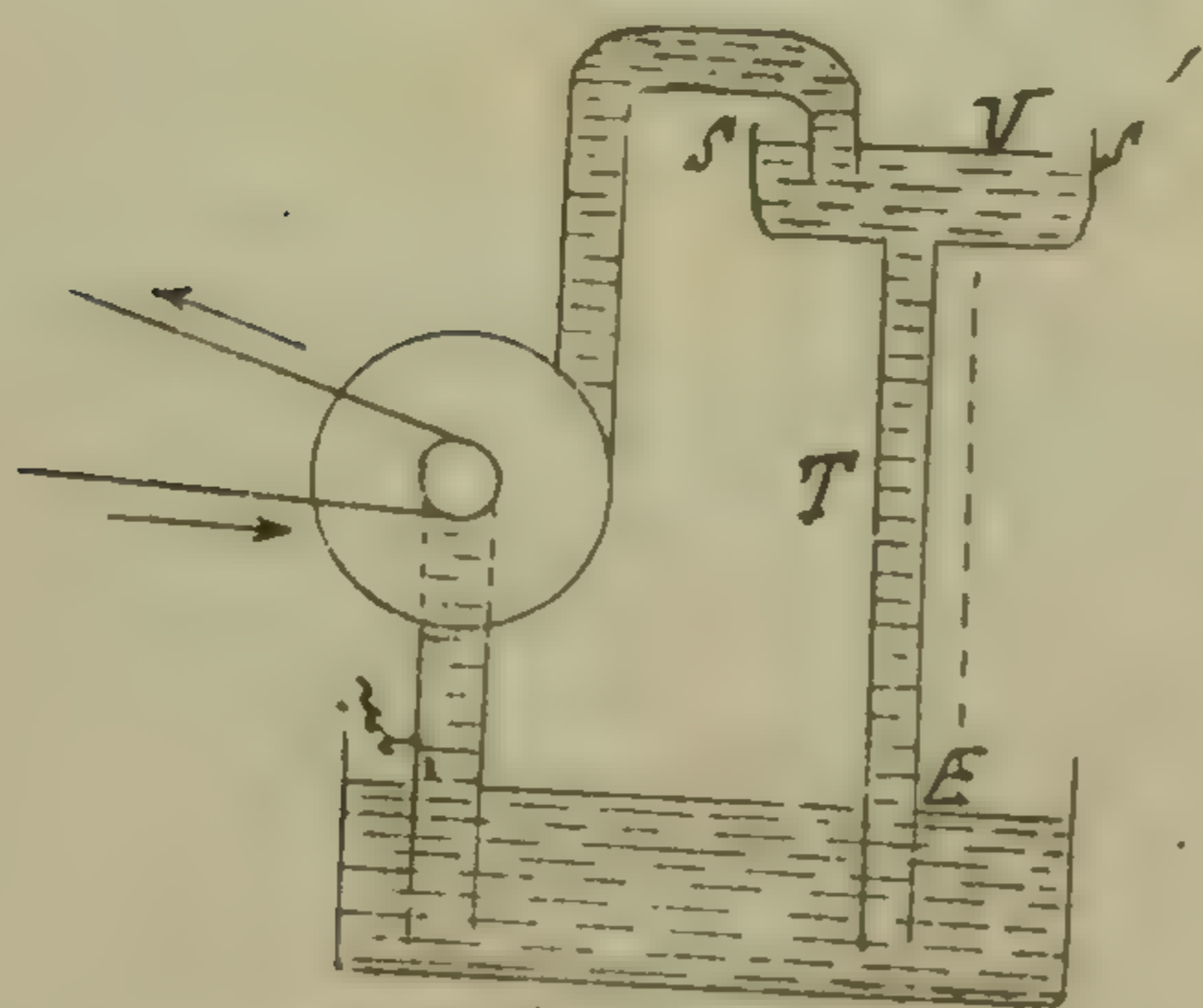
در مقاومت مقدار ثابتی بوده و مساویست با ۲

از اینجا نتیجه میگیریم که شدت جریان نسبت معکوس دارد با مقاومت

و یا بعبارة اخیری حاصل ضرب $i \cdot R$ (شدت در مقاومت) مقدار

ثابت است.

با همین مختول و همین آمپر متر اگر تجربه را با استقامت پل و این انجام
 دهیم آمپر متر شده تهای متفاوته نشان میدهد بنا بر این شدت جریان
 مربوط بیک عاملی است موسوم بقوه محرکه الکتریکی *Force*
electromotrice که آن را اختلاف سطح الکتریکی هم نامند
Différence de potentiel و ما ذیلاً آن را شرح خواهیم
 داد قبل از اختلاف سطح الکتریکی بهتر است که آن را مقایسه با جریان آب
 نمایم تا از این راه بشیر این مسئله در ذهن جایگزین شود :



سر ۱۶۹

فرض کنیم که مایع
 محتوی در ظرف V
 بوسیدۀ لوله مانند
 T خارج شده و
 فاصله انتهایی E لوله

از سطح مایع T ثابت است . حال اگر بوسیدۀ تمیز سطح مایع را در همان
 موضع که ثابت نگاه داریم (اتصالاً با همان مقدار که آب خارج
 میشود دوباره داخل آن کنیم ، جریان همیشه برقرار بوده و مقدار آن
 بعد

در یک ثانیه از لوله عبور میکند مقدار است ثابت
 و دفعه دیگر چون عوض لوله Γ لوله نازک و طولتری انتخاب کرده و
 باز هم فاصله سطح مایع Γ را از انتهای لوله E مثل حالت اول نگاه داریم
 تجربه نشان میدهد که مقدار مایع در یک ثانیه از یک قسمت لوله عبور
 تنزل میکند و این تنزل ارتباط کاملی با ضخامت (سطح مقطع) و طول لوله
 دارد و جنس لوله نیز از حیث صفتی بودن و غیره در جریان آب تأثیر
 ندارد.

مجموع این عوامل را مقاومت لوله در مقابل جریان نامیده و از این مقدار
 هر چه طول لوله زیادتر یا مقطع آن کوچکتر شود این مقاومت زیادتر
 میشود و آن خیلی شبیه بقاومت الکتریکی است که از طرف مفتول مشاهده میشود
 و قبلاً آن را متذکر شدیم.

اگر تجربه را تکرار کرده اند و دو ظرف اختیار کنیم که طول و ^{مقطع}
 لوله در هر دو یکی ولی فاصله سطح Γ را از انتهای لوله E در آنها
 متفاوت باشد مشاهده خواهیم کرد که در ظرفی که اختلاف سطح بیشتر است مقدار
 مایع خارج میشود نیز زیادتر است.

بنابر این کوئیم مقدار خروج مایع از لوله یا (Debit)
مربوط بدو عامل است یکی مقاومت لوله و دیگری اختلاف سطح از
مایع مخزن از منفذ آب .

جریان الکتریکی قابل مقایسه با این جریان است : مقدار ثابت خروج
نظیر شدت الکتریسیه ، مقاومت لوله نظیر مقاومت الکتریکی و عامل سیمی
که در تغییر شدت الکتریسیه دخل است قابل مقایسه با اختلاف سطح است
که در مقدار خروج آب مؤثر بود و این عامل را اختلاف سطح الکتریکی یا
محرك الکتریکی $f.e.m$ نامیم که ما بین دو انتهای A و B مفقود
مادی وجود دارد و در مفقودها سیکه مقاومت الکتریکی آن یکی باشد شدت

جریان مربوط با اختلاف سطح الکتریکی موجود ما بین دو انتهای مفقود است
بنابر آنچه که ذکر شد نظیر رابطه که بین شدت و مقاومت الکتریکی از طرفی و اختلاف
سطح الکتریکی از طرف دیگر موجود است میتوانیم حاصل ضرب شدت در مقاومت
را تعیین با اختلاف سطح الکتریکی و یا قوه محرك الکتریکی E دانسته چنین میویسیم
 $E = I.R$

و اجد قوه محرك الکتریکی — ولت —

اگر در حاصل ضرب $I.R$ شدت جریان ایک آمپر و مقاومتش ایک اهم

فرض کنیم چهل ضرب آن E مساوی یکت خواهد شد و این واحد اختلاف
 سطح الکتریکی انتخاب کرده آن را ولت نامیده اند از این قرار :
 ولت اختلاف سطح الکتریکی موجود مابین دو پهنای
 مافوقی است که مقاومتش یک اهم بوده و جریان یک
 آمپری از آن عبور نماید -

قانون اهم - فرض کنیم جریان شدت I آمپرا در مفتول AB
 (از A به B) عبور کرده و مقاومت مفتول مساوی R اهم باشد چنانچه
 $I \cdot R$ بحسب ولت اختلاف سطح الکتریکی موجود مابین A و B تعیین کرده و ما
 آن را بصورت $E = I \cdot R$ دیا یا $I = \frac{E}{R}$ نمایش میدهم و از آن وقت قانون
 ذیل اگر منسوب بهم است نتیجه میگیریم .

شدت جریان با اختلاف سطح الکتریکی نسبت مستقیم و با
 مقاومت نسبت معکوس دارد .

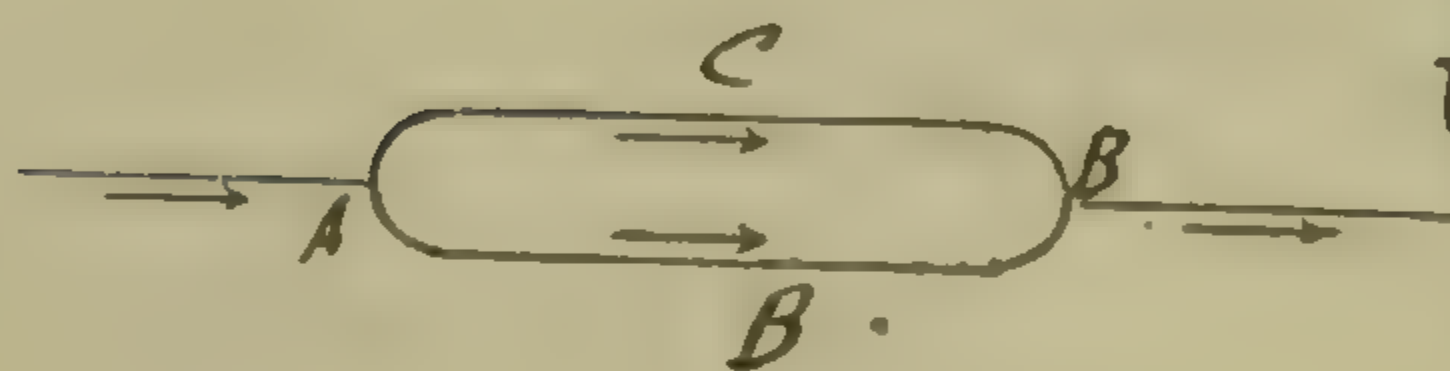
شدت جریان در انحرافات - هرگاه مابین دو نقطه A و B یک

جریان الکتریکی در مستول قرار دسیم انحرافی تولید شده جریان بدست
 میشود شدت جریان در مستول اصلی مساوی مجموع شدتهای انحرافات بود
 و از روی قانون اِهم میتوان طرز این تقسیم را فهمید (شکل ۱۷۰)

بین دو نقطه A و B

یک اختلاف سطحی الکتریکی V

دست موجود بوده و اگر



مقاومت شاخ ACB را

سر ۱۷۰

R و شاخ ACB را R' فرض کنیم، شدت جریان در ACB مساوی

$$I = \frac{V}{R} \text{ در } ACB \text{ مساوی } I' = \frac{V}{R'} \text{ خواهد شد.}$$

از اینقرار در دو شاخ یک انحراف شدت جریان نسبت معکوس دارد با مقاومت
 آنها و اگر مقاومت یک شاخ را a برابر آن دیگری فرض کنیم در اولی جریان
 میگذرد که شدتش مساوی $\frac{1}{a}$ دومی بعبارة آخری مساوی $\frac{1}{b}$ شدت اصلی
 خواهد بود.

فصل دوازدهم

آلات اندازه گرفتن شدت و اختلاف سطح الکتریته

کالوآنمتر - آمپر متر - ولتمتر

کالوآنمتر *Galvanometer* - اساس این آلتمتر

مغناطیسی است که در درون چهار چوب که در سطح نصف النهار مغناطیسی قرار گرفته

بوده و باین وسیله می تواند اولاً عبور جریان الکتریک را در نزدیکی خود نشان دهد

و ثانیاً جهت جریان موافق قاعده آمپر تعیین کند و ثالثاً شدت جریان را بر

کمتر یا دی انحراف عقربه

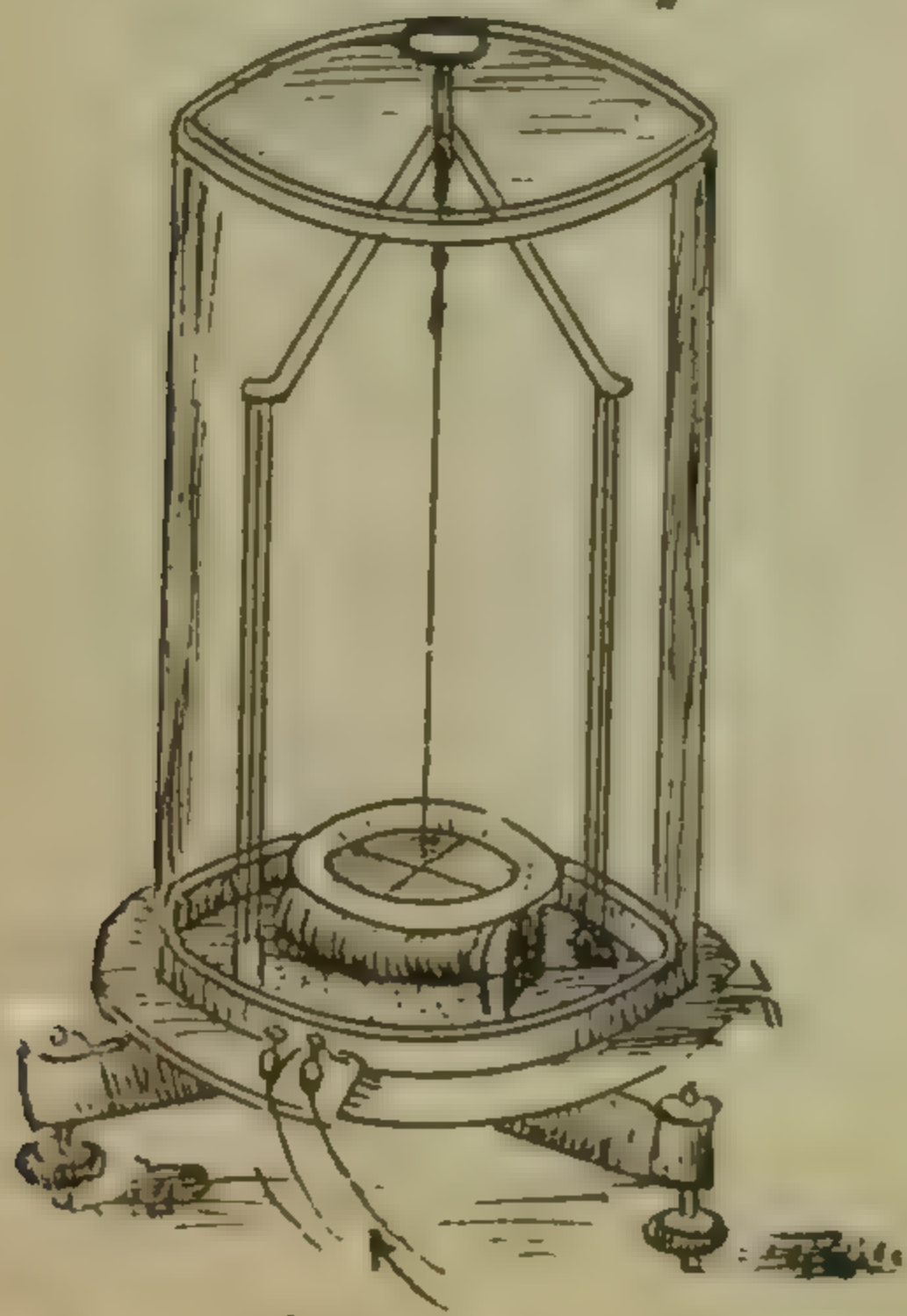
بست دهد.

عقربه این آلتمتر در تحت د

اثر قرار میگیرد؛ یکی اثر میدان

مغناطیسی زمین که میخواهد آن را

در سطح چهار چوب قرار دهد و دیگری



میدان مغناطیسی حاصل از عبور جریان که سعی میکند عقربه را در جهت عمود بر سطح ^{جدا}
چوب نگه دارد

هر چه جریان شدیدتر باشد میدان مغناطیسی صفحه چهار چوب بیشتر و بالعکس
عقربه زیادتر است - برای آنکه کالو انتر نسبت به جریانهای خیلی ضعیف هم حساس باشد
باید اولاً اثر مغناطیس زمین کاست و ثانیاً بر میدان مغناطیسی جریان افزود
میدان مغناطیسی جریان ابا این ترتیب اضافه میکنند که در صفحه چهار چوب ^{حدا}
دور با مغنوتل بر شیم صح شده می چسبند و برای کاستن اثر مغناطیس زمین هم بوجه
عده و تثبیت میشوند و برای میل باین مقصود در کالو انتر میلی *Halili*

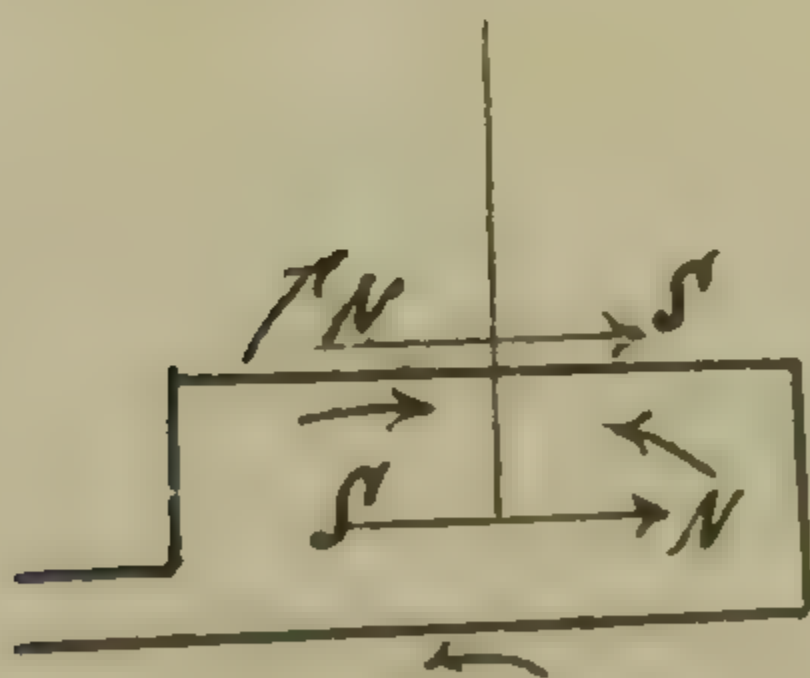
(شکل ۱۷۲) و عقربه مغناطیسی

اختیار نمود و آنها را با هم

ربط داد و جهت مخالف یکدیگر

قرار میدهند یکی از دو عقربه

در روی چهار چوب



سر ۱۷۲

ساعت *Clock* و دیگری در خارج آن بر روی صفحه مد رنجی حرکت میکند و هر دو ^{سطح}

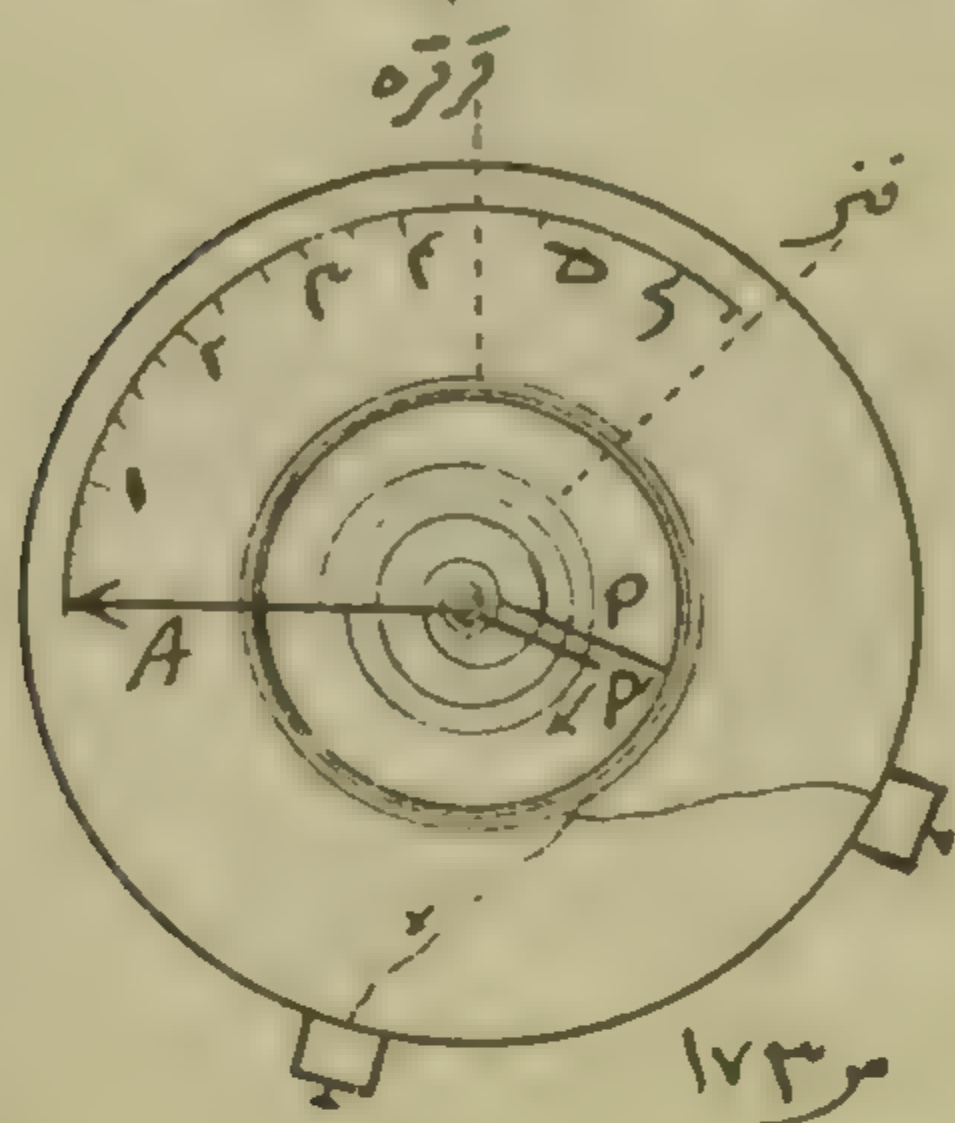
مغنوتل بسیار نازکی نقطه آویخته شده اند حال اگر جریانی را در مغنوتلهای ابر شیم

عبور دهند بر حسب شدت وضع و جهت آن در عقربه انحرافی تولید شده از آن
شدت جهت جریان معین خواهد شد.

آمپر متر *Ampèremètre* - اهل صنعت کالو انترهای
مخصوصی بکار میبرند که شدت جریان را بر حسب آمپر معین کرده و این آلات
آمپر متر بنامند. آمپر مترها اقسام مختلفه دارند از جمله مستعملترین که اساس آنرا
ذیابیان میکنیم.

قرقره مجوفی در درون غولک تیغه آهنی P دارد که در استند شعاع قرقره
قرار گرفته تیغه دیگر P در حول محوره قرقره میچرخد و بان عقربه A متصل شده
است. هنگامیکه جریانی در قرقره بگذرد و تیغه دارای خاصیت مغناطیسی
بگذر را دفع میکنند و سطح تیغه متحرک سعی میکند که در امتداد تیغه ثابت قرار گیرد
ولی فرماریچی که در درون قرقره قرار گرفته از حرکت آن جلوگیری میکند و بان
ترتیب عقربه تا موقعیکه اثر میدان جریان مساوی فشار فرزد و حرکت کرده
روی اجات معین قرار میگیرد و پس از قطع جریان بواسطه قوه ارتجاعیه قرقره
مرتبه بحال اولیه بر میگردد. آمپر متر مستقیماً در معبر جریان قسم میدهند و برای
اینکه مقاومت اسباب شدت جریان تغییر می دهند مفعول قرقره را ضخیم و گونا

اختیار میکند تا باین ترتیب مقاومت آن خیلی کم و بی اهمیت گردد



آپرمتر را از روی مقایسه
آلات تجزیه شیمیائی از آن
دارد آن و مقدار نفوذ تجزیه

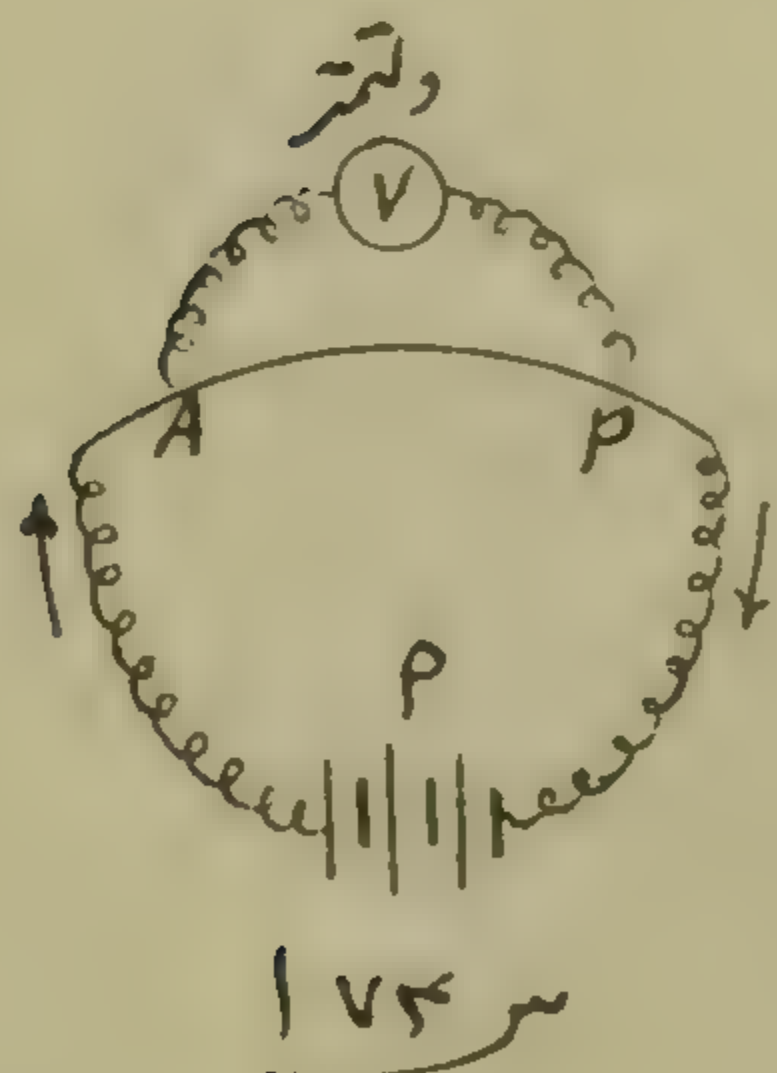
شده درج میکنند

(رجوع شود به الکترونیز)

ولت متر *voltmeter* - آپرمترهای مخصوصی که اختلاف

سطح الکتریسیته را تعیین میکنند به ولت متر موسوم میشوند

در این قبیل آلات که برای تعیین اختلاف



سطح الکتریکی با هم دو نقطه A و B بنا

میروند قرقره آنها دارای مغنول بسیار

نازکی و طویل بوده و بعبارت دیگر

مقاومتش خیلی زیاد است (غالب

بچند هزار اهم میرسد و این برای استیک در شدت جریان و تغییر ناخوشایند

(رجوع شود به انحراف)

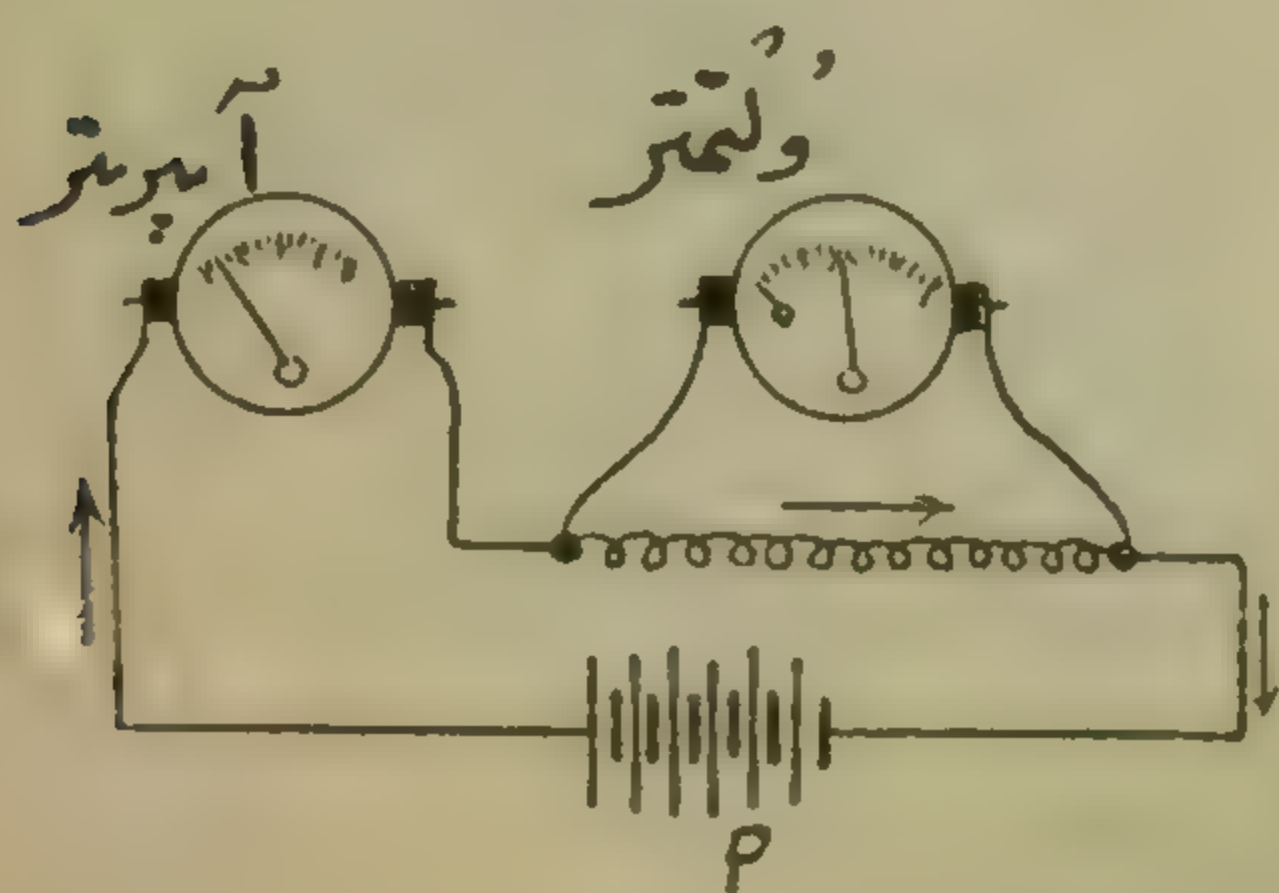
حال اگر شدت جریان را در ولتمتر به ندرت مقاومت آنرا به هر ناهشی و به هم ختناف
 سطح الکتریکی مو و دو نقطه A و B مساوی خواهد بود با $\frac{1}{2}$ میزند $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$
 بنا بر این در یک آلت معین شدت یا عبارت از آخری انحراف عقربه فقط بتکلی با اختلاف
 سطح دارد چه در مقداری ثابت.

برای مدراج کردن این آلت در آن جریانهای بسته تهای معینه وارد می نمایند
 و حاصل ضرب آن را در مقاومت ثابت اسباب است آورد و بحسب ولت در محل
 توقف عقربه نشان میکنند.

با این آمپر متر و ولتمتر همیشه این فرقا را باید در نظر داشت :

۱- آمپر متر و ولتمتر مستقیم جریان واقع شده مفتولش ضخیم و کوتاه یعنی مقاومتش زیاد است و
 شدت جریان اندازه گرفتن تغییری تولید نکند.

۲- ولتمتر در انحراف جای گرفته مفتولش باریک و طویل یعنی مقاومتش در جنب مقاومت



جریان اصلی خیلی زیاد است
 اگر در آمپر متر و ولتمتر را
 توانا در مسیر جریان قرار دهند
 یکی شدت دیگری اختلاف

سطح را معین کرده باین ترتیب مقاومت جریان نیز بدست میآید (شکل ۱۷۴) چه
از روی قاعده اهم و تساوی $E = I \cdot R$ و قستی دو عامل این رابطه درست
باشند (E و I) تعیین عامل سیم R اشکالی ندارد

فصل سیزدهم

کار و قدرت الکتریکی

وقتی آب از جای بلندی بپایین فرو ریزد مقداری کار انجام میدهد مثلاً اگر
کیلو گرم آب از یک متر ارتفاع سقوط نماید مقدار کارش مساوی یک کیلو گرم
متر خواهد بود بنا بر این M کیلو گرم اگر از H متر فرو ریزد مقدار کار یکه انجام
میدهد عبارت خواهد بود از $W = M \cdot H$ چون این آب را در اسبابهای
مخصوصی (چرخ دندان دار - فرزه آبی و غیره) داخل نمایند ممکن است از آن آب
اسبابهای بخاری و غیره را بکار انداخت متعاقباً که بن آب و الکتریسیته در عاب
نقاط گوشزد کردیم در اینجا نیز متذکر شدیم اگر سطح الکتریکی پایین باید تولید کار
کرده ممکن است آلات محرکه الکتریکی را بجرکت درآرد .

چون مقدار Q کولن الکتریسیته با اندازه V ولت سقوط سطح داشته باشد سطح الکتریک
یعنی یکیش

تزل کند کارش مساوی W خواهد بود و اگر مقدار الکتریسیته یا دتر یعنی
 Q شود کار مساوی W میگردد و همبسطور اگر سقوط دو برابر یعنی $2V$
 باشد باز مقدار کار مساوی W خواهد بود بنا بر این کاریکه در اینجا انجام میگردد
 متناسب با مقدار الکتریسیته و اختلاف سطح الکتریکی میباشد.

واحد کار الکتریکی - ژول $Joule$ - کاری که یک
 کولن با اختلاف سطح یک ولت انجام بدهد انتخاب کرده با اسم فیزیک دان
 مشهور انگلیسی ژول مینامند بنا بر این کاری که Q کولن با سقوط (اختلاف سطح)
 V ولت انجام میدهد مساوی خواهد بود با :

$$\text{ولت } V \times \text{کولن } Q = W \text{ ژول}$$

و از روی محاسبه معین کرده اند که کاریکه ژول تقریباً مساوی است با کاریکه در
 بلند کردن زننه... اگر می بار تفصاع یک متر انجام داده شود :

واحد قدرت الکتریکی - وات $Watt$ - قدرت هرگاه

عبارت از مقدار کاری است که آن ماشین میتواند در یک ثانیه انجام بدهد
 چون ژول واحد کار الکتریکی است بنا برین واحد قدرت یکت ماشین الکتریکی عبارت
 است از یک ژول در یک ثانیه و این واحد را با اسم یکی از علمای بزرگ

فیزیک انگلیسی جرم و ات به وات $Watt$ موسوم
کردند.

همانطور که در فوق مذکور شد چون یک ژول معادل با کار است که در نتیجه بلند کردن
۱۰۰ گرم بار قفساع یک متر یا $\frac{1}{10}$ کیلوگرم متر حاصل میشود بنا بر این وات مساوی
 $\frac{1}{10}$ کیلوگرم متر در ثانیه میباشد (یا بطور دقیق $\frac{1}{9.8}$)

قدرت جریان الکتریکی مابین دو نقطه مفقود - فرض کنیم مقاومت R مفقود
 AB مساوی ۱۰ اهم و شدت جریانش مساوی ۲ امپر I باشد،

بر طبق قانون اهم اختلاف سطح الکتریکی مابین A و B مساوی

$V = I \cdot R$ ولت خواهد بود پس از طرفی مقدار الکتریتی که در هر ثانیه

از این مفتول عبور میکند مساوی ۲ کولن بوده پس از عبور از A به B باز

۲۰ ولت سقوط سطح پیدا میکند و از طرف دیگر میدانیم که یک کولن پس از سقوط

از یک ولت باز از یک ژول کار انجام میدهد بنا بر این کار انجام داده

شده پس از عبور جریان از A به B مساوی خواهد بود باز

$20 \times 2 = 40$ و یا بطور کلی $W = V \times I$ میباشد و چون

$V = I \cdot R$ است پس $W = I^2 \cdot R$ یعنی قدرت جریان مذکور

در هر ثانیه مساوی است با $P = I^2 R = 4 \times 10 = 40^{۷۷}$ وات
از اینجا فاعده کلی ذیل نتیجه میشود :

قدرت P جریانی که شدتش I آمپر و مقاومتش R اهم باشد مساوی با

$$\text{اهم } R \times (\text{آمپر } I)^2 = \text{وات } P \quad (۱)$$

و در مدت t ثانیه کارش عبارت خواهد بود از :

$$(۲) \quad W = P \times t = I^2 R t \quad \text{ژول}$$

و دستور (۱) و (۲) در ماشینهای الکتریکی ایتمی بسندار دارند.

قبلاً در باب آثار حرارتی جریان مذکور داشتیم که مقدار حرارت متناسب با مجذور

زمان و مقاومت میباشد یعنی اگر مقدار کاری حاصله را به Q بنمایانیم دستور ذیل را

خواهیم داشت : $Q = A \cdot I^2 \cdot R \cdot t$ (۳) که در آن A عدد ثابتی است معرفت

بین عده کاری های حاصله و عوامل مذکوره (شدت، مقاومت - زمان)

حال اگر دستور (۳) را با دستور (۲) که نماینده کار الکتریکی است مقایسه

کنیم چنین خواهیم داشت :

$$Q = A \cdot W \quad \text{و} \quad \frac{W}{Q} = \frac{1}{A} = J$$

J ضریب ثابتی است مساوی عکس A .

بنابر این گاه به گاه مقاومت مغنوتل جریانی را در دست داشته و مدت جریان را
نیز بدانند و حرارت حاصل را با مقیاس الحراره اندازه گیرند از سهولت بدست آمده و مقادیر
آن از این قرار دستوری که عده کاریهای حاصل از عبور جریان را به نسبت I آمپر مغنوتلی
مقاومت R اهم در مدت t ثانیه بدست هر عبارت خواهد بود:

$$Q = \frac{1}{4.18} \times R \times I^2 \times t \text{ کالری}$$

فصل چهارم

القاه و قوه مغناطیسی

تعریف - جریان القای جریانی است موقت که در تحت اثر مغناطیس یا جریان
دیگری در مغنوتل مدد و دای تولید میشود

القاه بتوسط جریان - این القاه بتوسط دو قرقره که از مغنوتل مسی تراشیده
شده و یکی از آن دو مستقیم و دیگری جابگیر و نشان دهنده
میشود - قرقره کوچکی قرقره طبعی و دو نوک مغنوتل می تواند به آلت مولد الکتریسیته
مربوط شوند - دو سر قرقره بزرگتر مربوط بگاوانتری است که حدث جریان

را نشان میدهد.

۱- فرض کنیم دو قرقره داخل یکدیگر باشند، اگر در نیخال حسریانی بر قرقره
 ملحق وارد نماییم عقربه گالوانتری انحرافی پیدا کرده برودی بوضع اولیه خود مراجعت
 میکند و از جهت این انحراف مستیوان نمید که جهت جریان انحرافی در قرقره بزرگ
 بوضع ثابت خود باقیمانده بحرکت است ولی اگر جریان آن را قطع کنند فوراً عقربه
 گالوانتر انحراف مجددی مساوی ولی بعکس انحراف اولیه پیدا میکند بنابراین
 این حالت جهت جریان قرقره بزرگ بحسریانی قرقره اصلی یکی میباشد



سر ۱۷۵

۲- قرقره ملحق دارای حسریانی بوده ولی در خارج از قرقره بزرگ آن را
 در نیخال چون کمرته آنرا داخل قرقره بزرگتر کنیم باز عقربه منحرف شده و انحراف

جهت جریان القانی را عکس جریان مطلق نشان میدهد در اینجا نیز عقربه ^ص قرار
اول خود را اختیار میکند - حال اگر شدت قرقه مطلق را از درون قرقه دیگر خارج
کنیم انحراف جدید عقربه نشان میدهد که در آن جریان مطلق جریانی مطلق تولید
شده است

رویم فته، عبور دادن جریان، نزدیک کردن و قرقه، زیاد کردن
شدت جریان مطلق جریانهای تولید میکنند که جتشان عکس جهت جریان اصلی
است بالعکس قطع جریان، دور کردن قرقه، یا نقصان شدت جریان
مطلق جریان القانی مستقیم تولید میکنند.

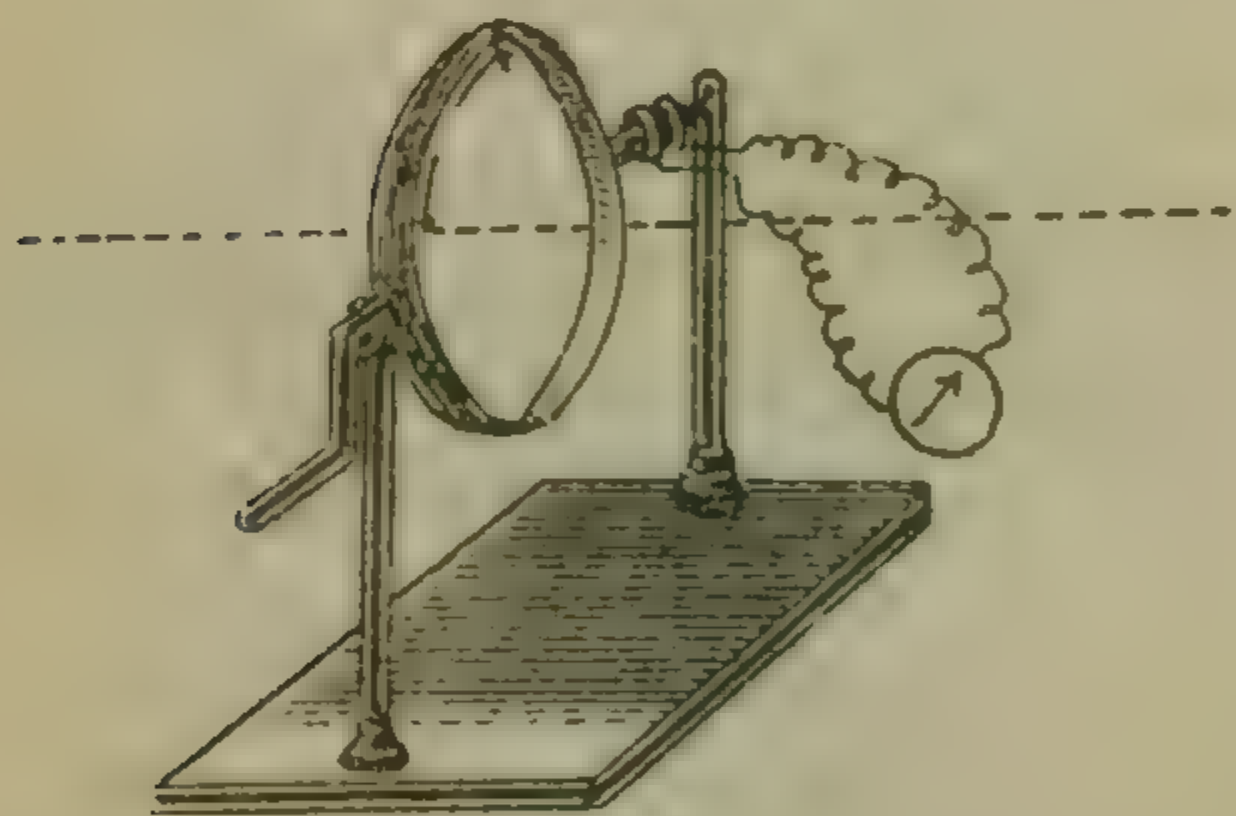
القائ و بواسطه مغناطیس - اگر در قرقه بزرگ یک در جریان سابق متر
جریان القانی میشد عوض قرقه مطلق مید که دارای قوه مغناطیسی باشد اخل کنیم
کالوا نتر اینجا نیز وجود جریان القانی را معترفی میکند و تا هنگامیکه مید در درون
قرقون باقیانده است هیچ جریانی موجود نیست ولی اگر مید را خارج کنیم عقربه
کالوا نتر انحرافی بر عکس انحراف اولیه پیدا کرده حدوث جریان جدیدی
را نشان میدهد.

القائ و بواسطه زمین - برای تحقیق این امر حلقه چوبین را که بتوسط دست

می تواند بجز خداجستیار کرده دور آن را مفتول پیچ بکنیم و دور این مفتول ابگالوا

مربوط می سازیم (شکل ۱۷۶)

در ابتدا سطح حلقه را بقتی قرار می دهیم که تقریباً بر امتداد شمال و جنوب عمود بود پس آن را به تنی ۱۸ دور از آن می دهیم گالوا متر حدوث جریان القای نشان می دهد اگر دو مرتبه حلقه را ۱۸ بر عکس حالت اول دور از آن دهیم جریانی تولید شود که جهت آن عکس جهت جریان اولی باشد



سر ۱۷۶

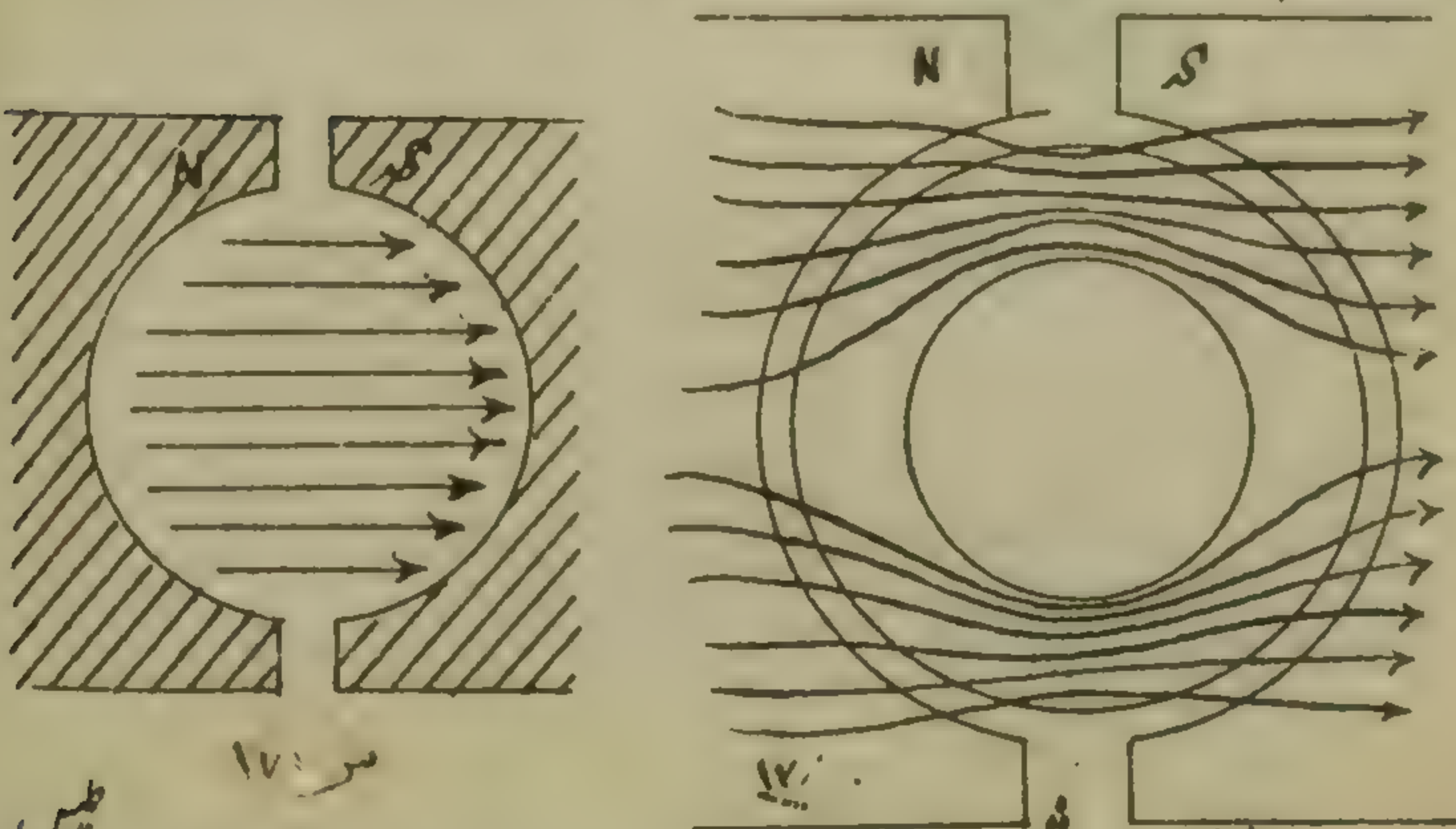
در پیمای مفتولی فسر فراهم
که مجادریکد گیرند موقع قطع یا
وصل جریان های القائی تولید
می شود که موسومند به جریان های
القائی برخود جریان

فصل نهم
ماشینهای القائی

ماشین گرام

ماشین گرام ماشینی است که میتواند هم مولد الکتریسیته باشد و هم بعنوان محرک استعمال شود یعنی میتواند یک دفعه کاریرا که محض شخص یا ماشین بخارا انجام میدهد تبدیل بالکتریسیته نماید و دفعه دیگر قوه الکتریسیته را تبدیل بکار نموده ماشین ابهرکت درآورد .

این ماشین از دو قسمت اصلی ساخته شد : یکی مغناطیس یا مغناطیس الکتریکی بسیار قوی - - - - - که تولید میکند
مغناطیس ثابتی میکند و در واقع همان دستگاه قطبی است و دیگر قوه که در این میدان میچرخد و جریان القایی در آن تولید میشود .



شکل ۱۷

شکل ۱۸

میدان مغناطیسی ثابت - این میدان از تقابل دو قطب مغناطیسی

با مغناطیس الکتریکی که فاصله شان بکل استخوانه مجوفی میباشد تشکیل شده و نامین
 دو قطب N و S هم آن خطوط قوه بطور متوازی و شدید موجود میباشد (شکل ۱۷۷)
 اگر درین میدان حلقه از آهن خالص قرار دهیم خطوط قوه در حلقه متراکم شده
 بکل ۱۷۸ درمیآیند

این تمرکز و اجتماع خطوط قوه را ممکن است با تجربه مختصری تحقیق رسانید :

تجربه - ما بین دو قطب

N و S مغناطیسی قطعه آهن



خالصی قرار داد و آن را

در زیر در قوه مقوّاتی میگذاریم

چون بر روی مقوّا براد و آهن

شکل ۱۷۹

آهن بریزیم طیف مغناطیسی بکل ۱۷۹ درآمده و خطوط قوه در قطعه آهن متراکم میگردند

قسمت مشترک ماشین کرم - حلقه کرام - این قسمت تشکیل شده

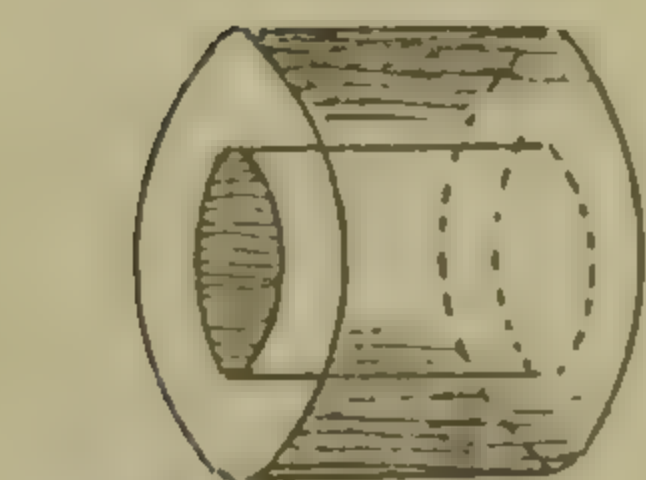
است از مغنول مسی ابریشم پیچیده که فاصله بفاصله در روی حلقه (یا بطور صحیح

استخوانه مجوف) از آهن خالص پیچیده شده و عبارت از آهنی تشکیل چندین ذره

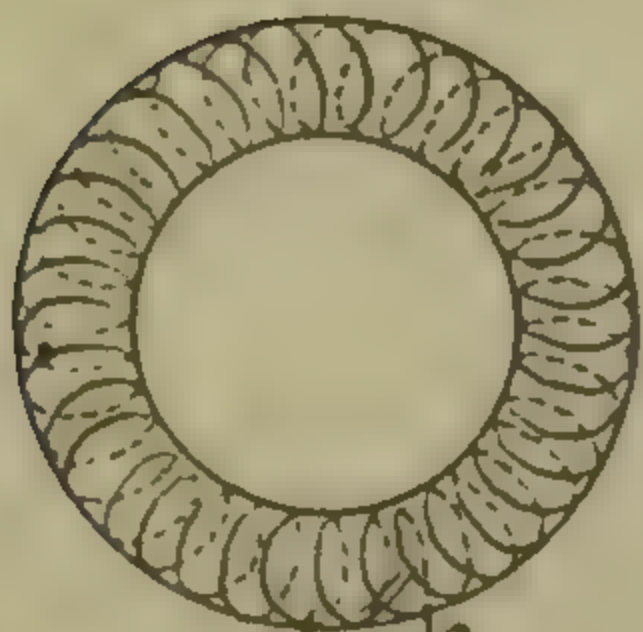
میدهند که همه با هم مربوط و از جهت واحد محسوس شده اند (شکل ۱۸۱)

عدّه قرقره بازوج و در دو طرف قطار استوانه نظیر نظیر واقع شده اند قسمت
مستوی که یک قرقره را بر قرقره دیگر مربوط می سازد توسط مستوی بقطعه می که در آن
یکی از موله های استوانه قرار گرفته متصل شده و با بین قسمتهای مس قطعات جسم
عایقی مانسند میگردانند - مجموع قطعات مس و میکا را خازن ماشین میگویند

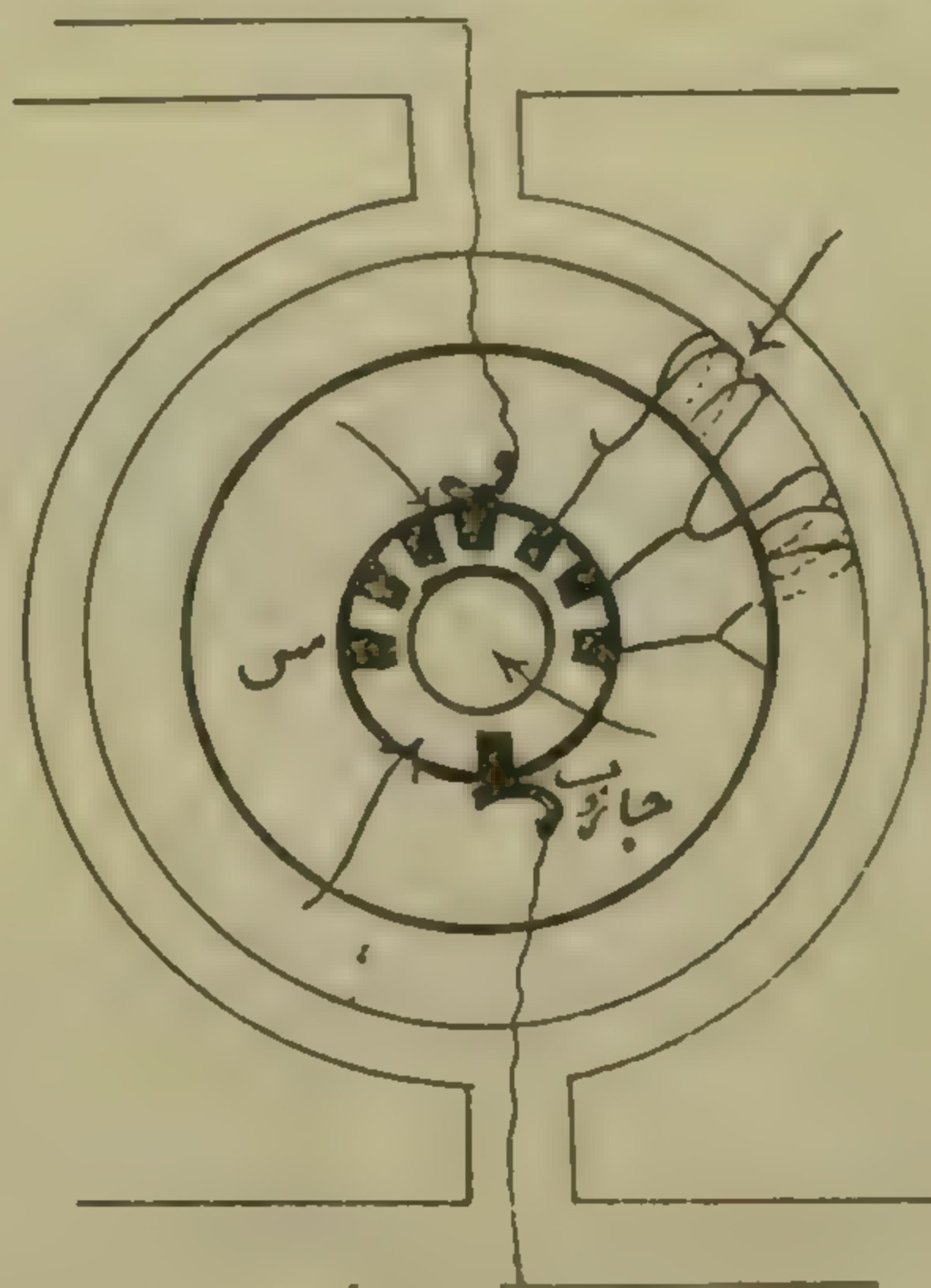
(Collecteur) (شکل ۱۸۲)



مس ۱۸۰ حلقه گرام



حلقه مس
۱۸۱



مس ۱۸۲

بر روی قسمت خازن دو جار و یک می کنند که عبارتند از دو قطعه مس قرمز یا
قطعه ذغال قسری که توسط دو سیم عایقی برکنار دستگاه میچسبند بواسطه اصطکاک
دو جار و با قسمتهای مسی که در خازن واقعند جریانی که در حلقه درست می شود در

حلقه درست می‌شود و اردو جارو را از آنجا به توسط دورشته مغنول بخارج می‌برد
 طرز عمل ماشین گرام - هرگاه حلقه گرام را به توسط دستش با
 حرکت متحد انگلی در درون قطبین مغناطیس بچرخانیم در وقت هر بار مرتب جریان
 القائی تولید شده و این جریان است جز به توسط خازن گرام اردو جارو و از آنجا
 بخارج منتقل می‌گردد و باید دانست که شدت جریان القائی در اینجا متناسب با
 عده دورهای حلقه در ثانیه می‌باشد و در واقع کار عملیات یا ماشینی که سبب چرخش
 حلقه شده است در ماشین گرام تبدیل بجریان الکتریسیته می‌شود و بدیهی است که
 هر چه قوه بیشتر مصرف شود دوران چرخ سریعتر شده الکتریسیته حاصل شده
 تر می‌گردد .

بعکس هرگاه دو جارو را با ماشینی که تولید جریان الکتریسیته نماید مربوط سازیم حلقه
 گرم بحرکت درآمده و محور آن ممکن است محور حرکت چرخهای ماشینهای مختلف
 گردد و درین حالت جریان الکتریسیته تبدیل بقوه محرکه شدید شده سبب حرکت ماشین
 فراهم ساخته است .

انتقال قوه از محلی بملی دیگر - خاصیتی که ماشین گرام را استوار
 اینکه قادر بر تعیلی را تبدیل بجریان الکتریکی میکند و بالعکس برای انتقال قوه از

محل دیگر بکار برده اند

امروزه منابع طبیعی مثل آب دریا (درین چند روزه) - جریان رودخانه
 سقوط آبشار استخوانم کرده و بوسیله ماشین گرام قوا حاصله از آنها را در
 کارخانجات دور دست (شهرها) مصرف میکنند.

فرض کنیم در نقطه A یکی از وسائل فوق الذکر حلقه ماشین گرم را حرکت داده
 باشیم از حرکت حلقه تولید جریان شد و متوسط دو چارو دارد مفتولها و از آنجا
 محل دیگر B (مثلاً کارخانه) که موقع مصرف قوه است منتقل میشود این جریان
 در نقطه B حلقه ماشین محرک گرم را حرکت داده و حرکت او بجهت حرکت ماشینها
 میشود و یا دوباره تولید جریان الکتریسیته نماید که برای روشنایی و گرم کردن
 مصرف میشود و همین جهت در مقابل ذغال سنگ که تا چندی تنها موجد حرکت محسوب
 میشد امروزه مجاری آب اباسم ذغال سفید ذغال سبز میباشند.

این مسئله را باید دانست که تمام قوه که در ماشین گرام محل A وارد میشود در نقطه
 B پس گرفته نمیشود بلکه گرم شدن مفعول اصطکاک چرخ و غیره خود مقداری از آن
 میکاهند و برای جلوگیری این نقصان بایستی حتی المقدور مقاومت مفعول را
 کمتر کنند.

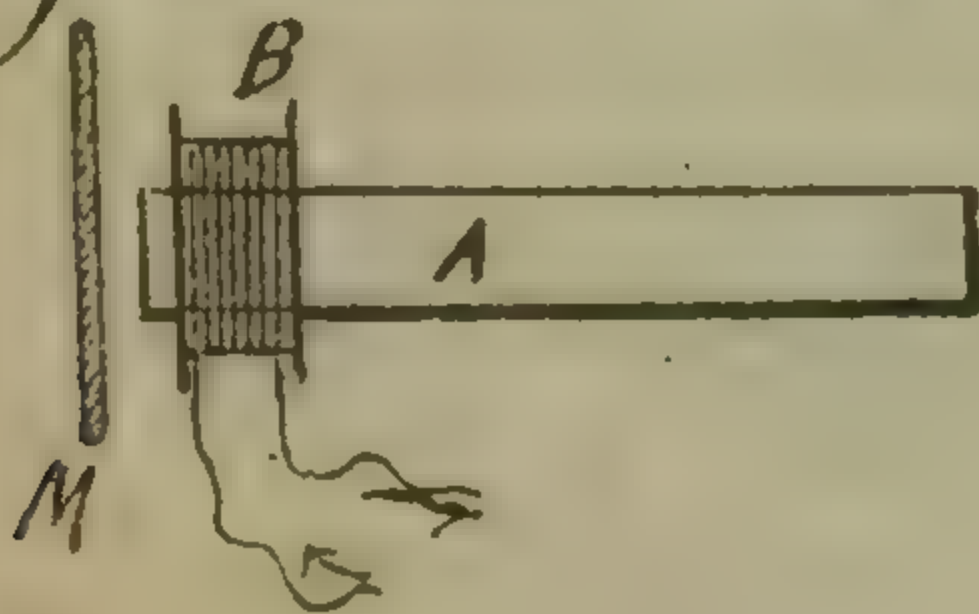
حرکت و اکتهای برقی سینه مشابه طرز عمل ماشین گرام بود و مربوط باکست
یکی از موارد مهمه دیگر استعمال الکتریته القائی قرقره و کثرت است که در ادیو
سفر *Radio-graphic* و عکس برداشتن مریض و مجروح اتمیتی بسیار دارد
ولی این مختصر گنجایش ذکر آنرا ندارد .

(تلفن)

هر دستگاه تلفنی از دو قسمت ساخته شده یکی که مقابل آن در نقطه A حرف میزنند
و دیگری آنکه شخص شنونده نقطه B به توسط آن صدای ایشان را در طرف
زننده *Parleur* و دومی را شنونده (گوشی) *Ecouteur*
مینامند این دو دستگاه به توسط مفتولی بیکدیگر مربوط اند (معمولاً
دو مفتول)

۱۸۷۶

Graham Bell



۱۸۷۳

تلفن بل - تلفنی را که گرام بل

اختراع کرده عبارتست

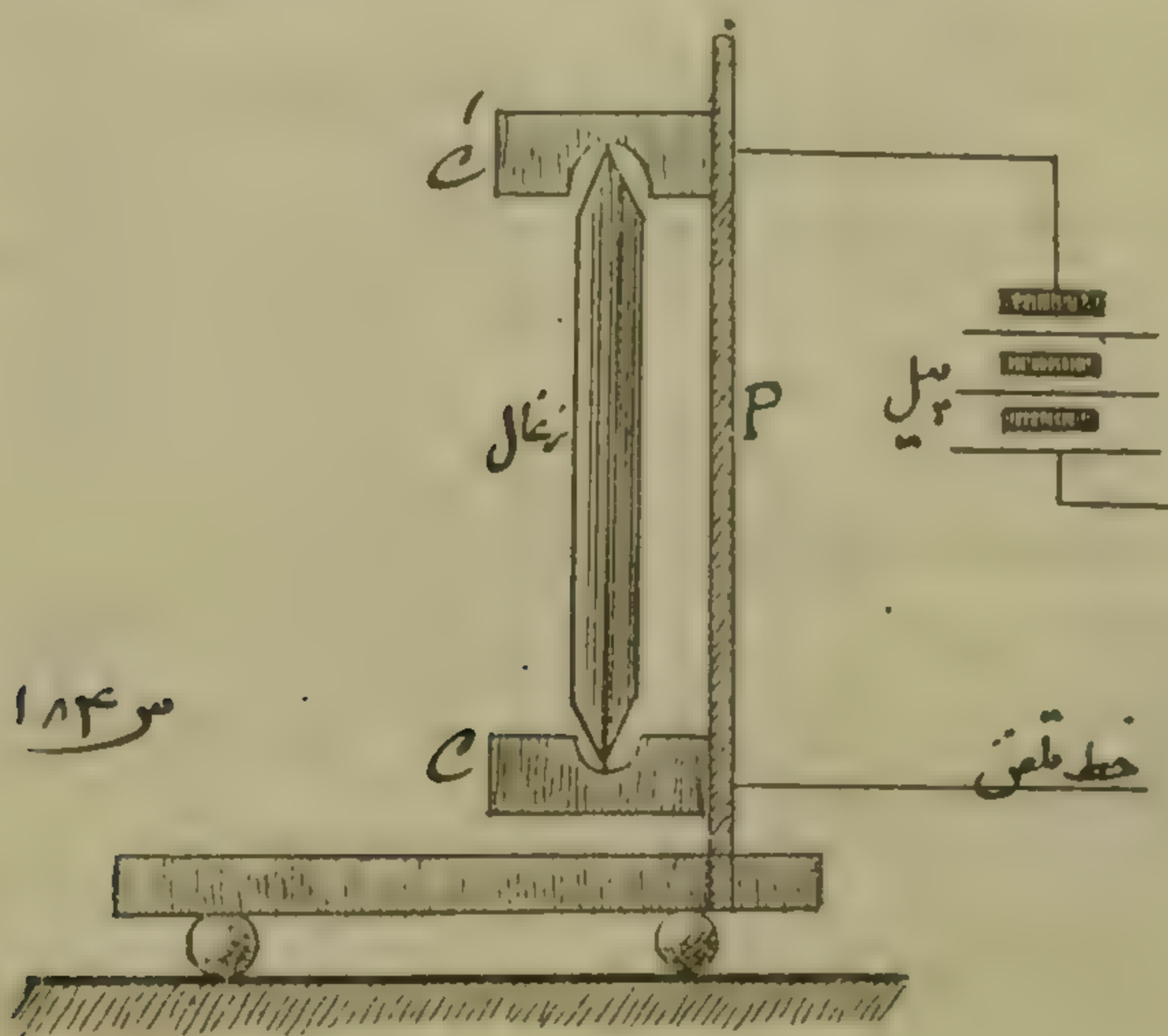
از ورقه نازک آهنی

که بغا صیقلی از قطبین

مغناطیسی مانند A که آن

درون قرقره مستول پیچیده عبور کرده قرار گرفته است .
 دور و نزدیک شدن صفحه در نتیجه شدت و ضعف اصوات مختلفه جریانهای القا
 باشدتهای مختلفه در قرقره تولید کرده این جریانات در قرقره مشابه اولی در آن
 شده خاصیت مغناطیسی میدهد آنطرف را تغییر داده و باینجه حرکاتی نظیر حرکات القا
 اولیه در صفحه اول دستگاه ثانی ایجاد میکند و صدائی نظیر صدائی که سبب القاء جری
 تولید مینماید .

این ملحق بواسطه ضعف جریانش از بهمان ابتدا متروک شده زیرا که از چند صد متر بیشتر



صدادار امیرساند و میکروفن *Microphone* جانشین آن شد

میکرفن - که ترمیم نازکی از زغال قرع را بشکل مداد تراشیده که نازل آنرا
 در دو فرستکی می‌دهد که آنجا نیز از زغال ساخته شده و هر دو در روی تخت
 بسیار نازکی مثل P ثابت شده اند بحال آزادی و بدون اینکه بآن چسبیده باشند
 جامیده و ضمناً این مسیله در معبر جریانی واقع شده که توسط خط تلفن بآن انتقال پیدا
 می‌کند بنگاه میکرو جریان بطور عادی از این معبر می‌گذرد یعنی کسی با تلفن کار نمی‌کند
 از تلفن صدائی شنیده می‌شود ولی اگر در مقابل صفحه P حرف زنند قطعه زغال
 مرتعش شده و مقاومت و شدت جریان تغییر پیدا می‌کند و باینجه صفحه گوشه
 بنوسان درآمده ارتعاشاتی نظیر ارتعاشات صوتی تولید و صدائی مشابه صدای
 اولی بگوشش میرساند .

فصل شانزدهم
 موارد استعمال همه مغناطیس الکتریکی
 زنگ خا - میکرفن

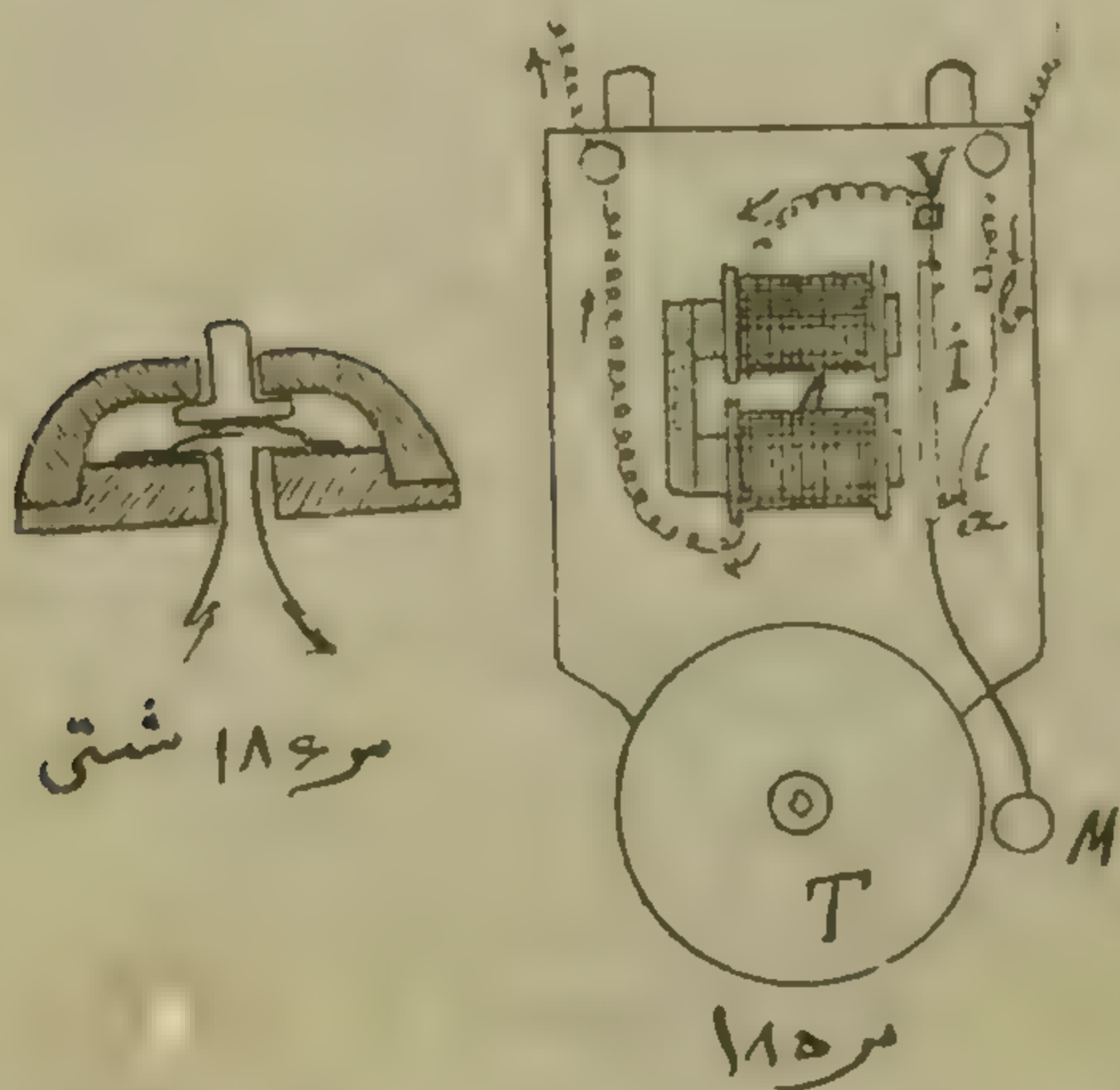
زنگ خا - دستگاه زنگ خا برپایه است از یک مغناطیس الکتریکی

نعلی شنگی مانند M که در روی تخت نصب شده در برابر دوشای این مغناطیس
قطعه آهن خالص I قرار گرفته که از طرفی بواسطه V بر روی تخت محکم شده و از
طرف دیگر بچکش کوچک M مربوط است

(وقتی که جریان فیت) سید آهن I از مغناطیس جدا و در نقطه a بغری تکیه
میکند و این فرار یک سمت خود (a) مربوط بیک از قطبین است یکی از دو
انتهای مغناطیس بوسیله V مربوط به تیغه آهن I و انتهای دیگرش
متصل بقطب دیگر است .

بعضی اینک شستی را فشار دهند جریان از فرم a سید آهنی I و V عبور کرد

و در بر قرقره مغناطیس
می شود و آن خاصیت مغناطیسی
پیدا کرده و تیغه آهن I را
جذب میکند و چکش M
برنگ T خورده و تولید
می شود و لی پس از آنکه I



جذب شد اتصال آن با فرم a از بین رفته و نتیجتاً جریان در قرقره قطع می شود و خاصیت

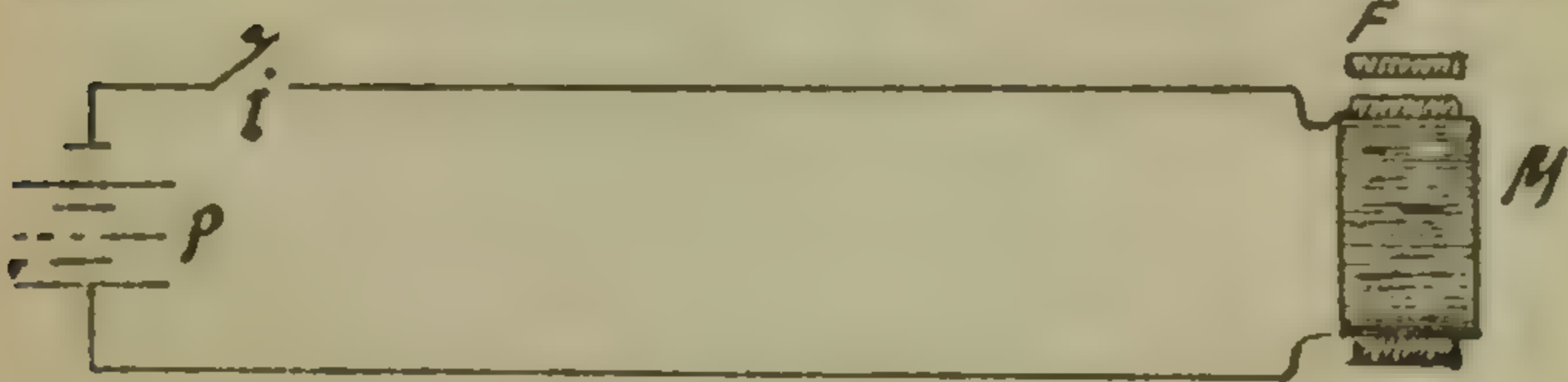
مناطیسی آن بواسطه قطع جریان از بین میسر و بدینوسیله است که در این صورت میسر است
 I را شده و دوباره به α تکیه می‌کند و مجدداً جریان وصل و M به T برخورد
 صدای جدیدی تولید می‌کند و قس علیهذا ... سر ۱۸۵

شستی که بهای در ب خانه یا محل دیگر می‌گذرانند خط برای وصل جریان است
 اساس تلگراف - مقدمه برای آنکه کیفیت ساختمان و طرز عمل تلگراف
 خوب استنباط شود اساس آنرا بطریق ذیل علامه می‌کنیم :

اولاً در محل A مجموعه از چند پیل P برای تولید جریان الکتریسیته و به واسطه کبی از آن
 در نقطه X اسباب قطع و وصل جریان قرار دارد و ثانیا در محل B قرقره مفتاح
 M که در مجاورت آن صفحه آهن S واقع شده دیده می‌شود هر دو دستگاه بواسطه

دورشته سیم بهم متصل اند (شکل ۱۸۷)

(A)

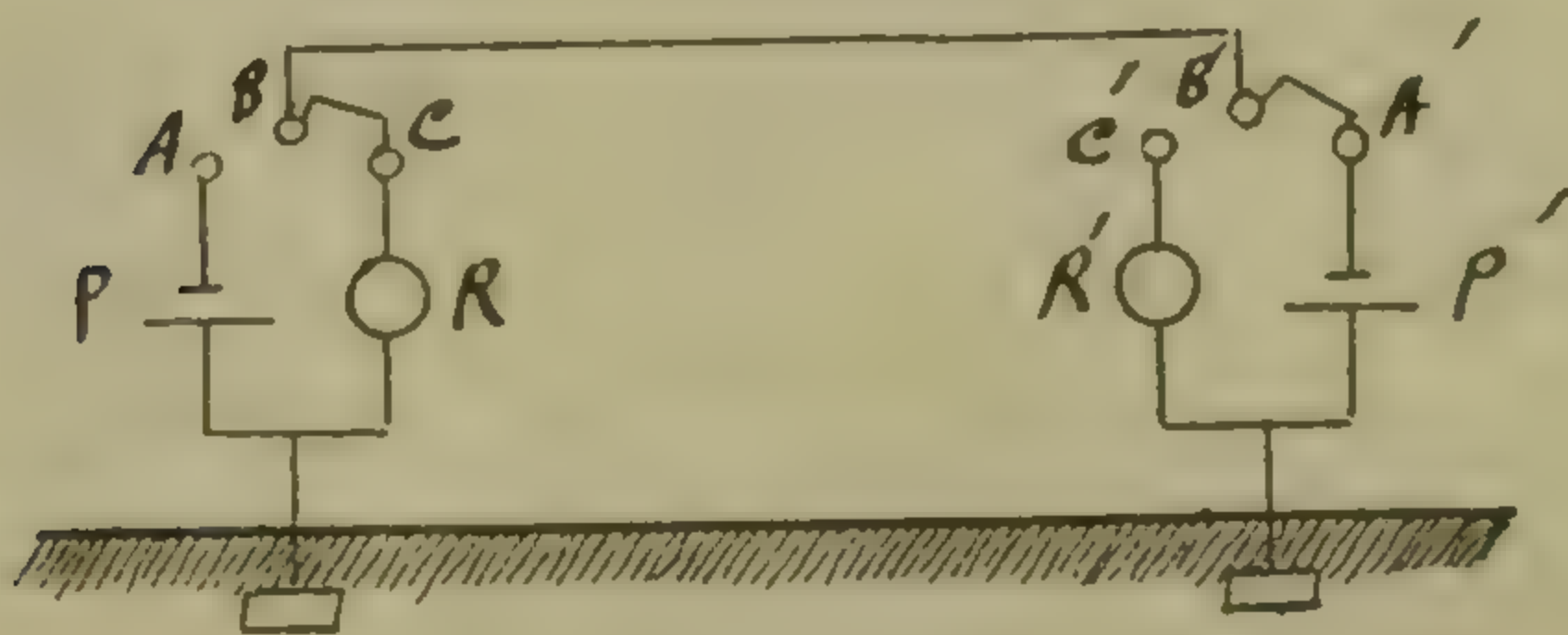


سر ۱۸۷

بر حسب آنکه جریان را وصل و یا قطع کنیم دستگاه M دارای خاصیت مغناطیسی شده
 و یا آنرا از دست می‌دهد و در نتیجه سلاح آهنی هر را جذب و یا آنرا از خود دفع

میکنند. حال اگر یکی از دو انتهای سلاح BC مخوتم بنوک آلوده بمرکب بوده و از
متقابل آن صفحه کاغذی را بکند از جذب و دفع متوالی آن اثراتی از قبیل خط
نقطه در روی کاغذ باقی میگذارد که بر حسب قرار دانی ممکن است مبین مسیری
شده و باین ترتیب نقل اخبار از محلی بمل دیگر صورت گیرد

معمولاً باین محل A و B بیش از یک سیم استعمال نمیکند و عوض یک سیم دیگر
رابطه واقع میشود باین قسم که یک سیم مفتول مغناطیس الکتریکی و همپو ریکی از قطبین سیم
بقطعات مس پهن متصل کرده در زمین مرطوب اجزای میکنند و باین ترتیب از خود
دو سیم کشیدن مقدار کمی کاسته میشود شکلی که در فوق ملاحظه میشود فقط برای
ارسال خبر از محل A و ضبط آن در محل B خوبست ولی برای اسنیکام
و A و هم در B دستگاه ضبط و ارسال هر دو باشد طرز عمل مطابق



شکل ۱۸۸

(شکل ۱۸۸) خواهد بود .

در اینجا R و R' هر دو دستگاه ضبط میباشند - اگر B و C را مربوط کنند دستگاه (۱) حالت ضبط پیدا میکند و بر حسب اینکه در (۲) A' و B را قطع یا بهم وصل کنند اخباری از محل (۲) به محل (۱) فرستاده میشود و در اینجا محل (۲) عمل ارسالی را داراست .

هرگاه بخواهند (۲) دستگاه ضبط و (۱) دستگاه ارسال باشد B و C را مربوط کرده و جریان A و B قطع و وصل میکنند .

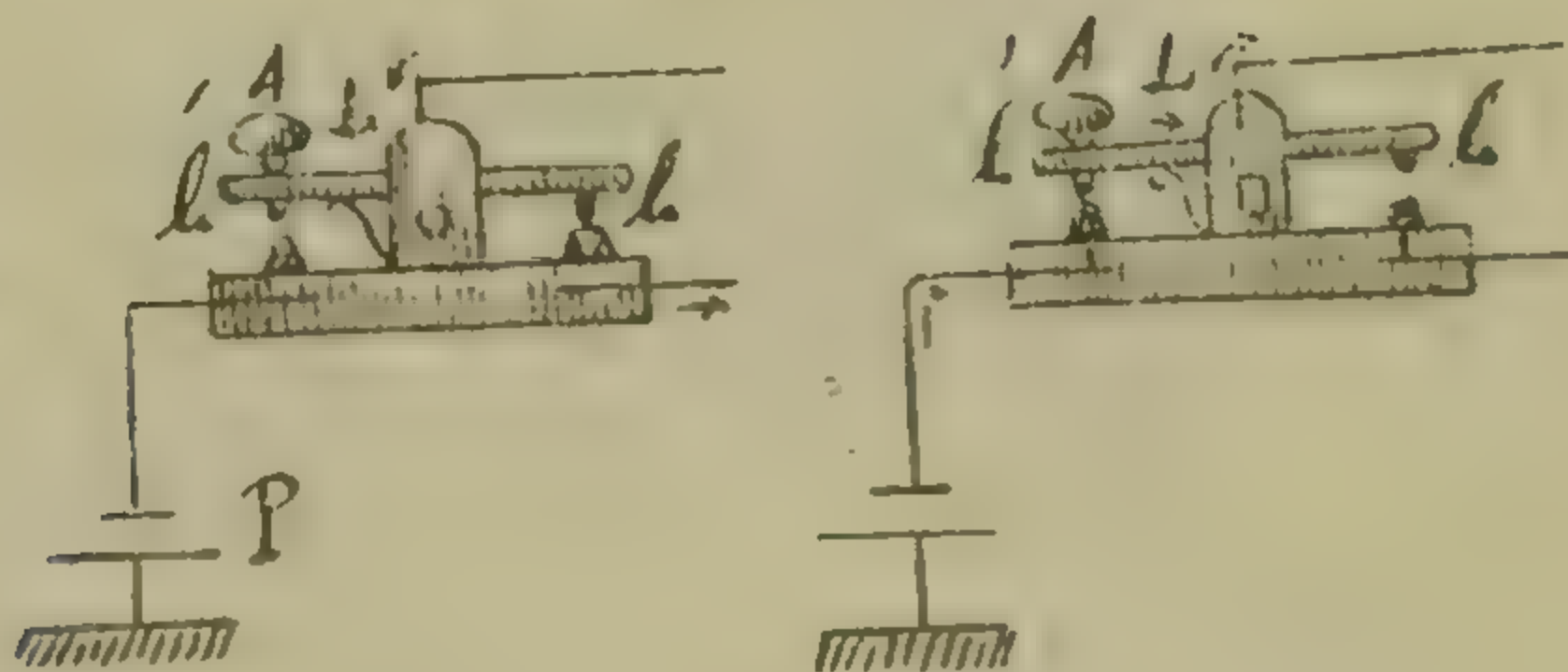
تلگراف مورس - *Morse* - دستگاه تلگرافی است که در آمریکا اختراع شده بهترین دستگاه ضبط و ارسال اخبار تلگرافی است و دارای سه قسمت میباشد :

۱- دستگاه ارسال خبر *Manipulateur* ۲- دستگاه ضبط *Recepteur* ۳- پیل و سیستم تلگراف

دستگاه ارسال - این دستگاه عبارتست از آهنربا که در حول محور میچرخد بوده و مربوط به خط تلگراف است - در حال معمولی نوک آهنربا با نوک C مربوط و در واقع دستگاه ارسال در معرض خط تلگراف واقع میشود

که بتوسط آن جریان دارد در دستگاه ضبط محکم میشود (شکل ۱۸۹)

چون به ترتیبی A اهرم را پایین آورند مجاورت M از زمین رفته اند



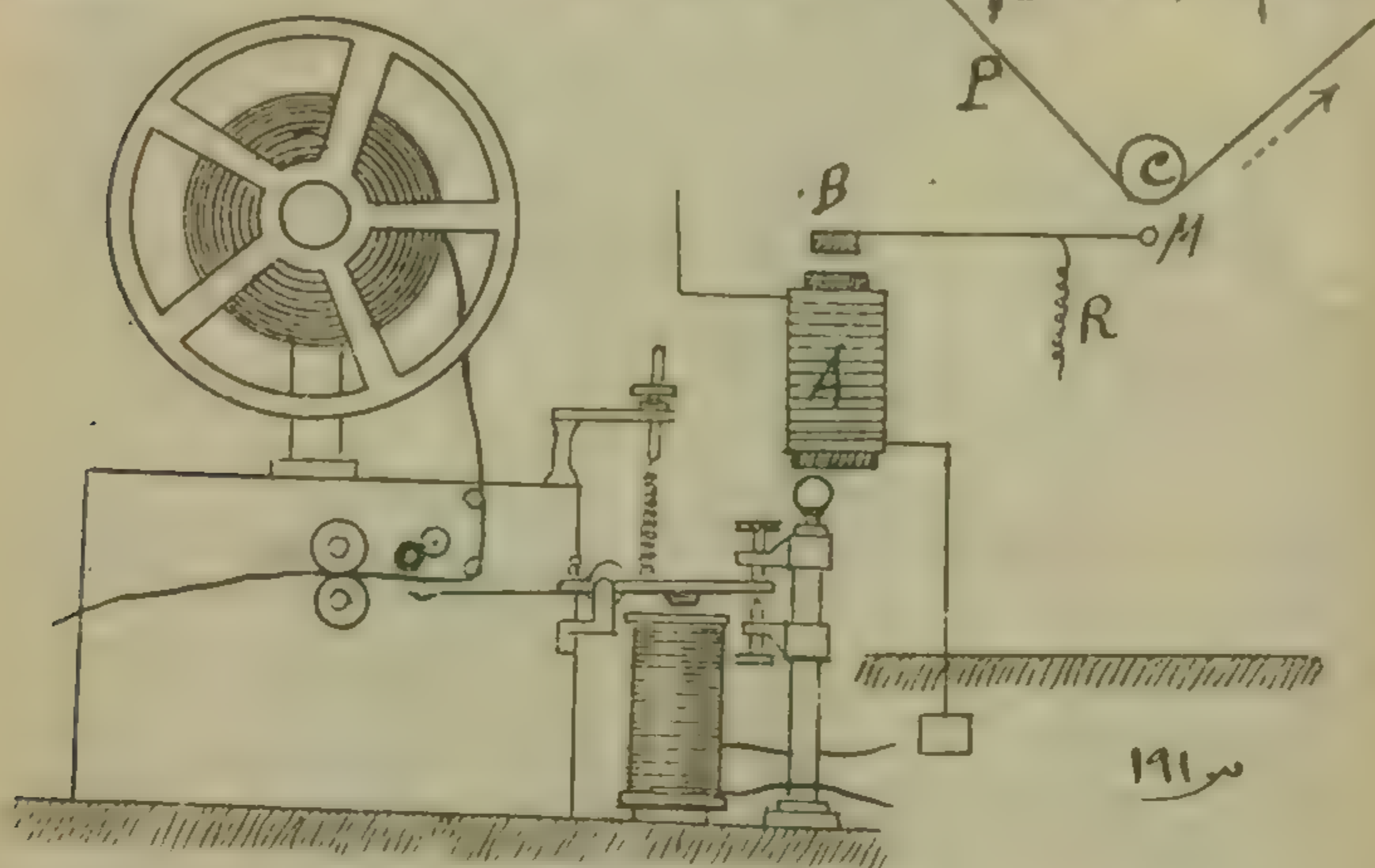
س. ۱۹۰

با نوک M مربوط می شود و این نوک با قطب پیل مربوط است و تا مدتی که این ارتباط برقرار است جریان پیل از M دارد و از آنجا بقطب الکتراف رفته بطرف دیگر منتقل می شود و بنا بر آنکه اتصال کم و یا زیاد دوام داشته باشد علامت مختلفه از قبل نقطه و خط که نمایند و حرف هجده بطرف دیگر فرستاده می شود س. ۱۹۱

دستگاه ضبط - دستگاه ضبط تیرجینی ساده بوده اساس آن همانست که قبلاً ذکر شد: سلاح B قرقره مغناطیسی M با انتهای اهرمی متصل است که در جوف نقطه S متحرک بوده و در انتهای دیگرش گلوله کوچک M تعبیه شده این گلوله همیشه آوده بر کباب است (مثل ۱۹۱)

هنگامیکه جریان الکتریکی در قرقره مغناطیسی داخل شود سلاح M به جذب آن شده

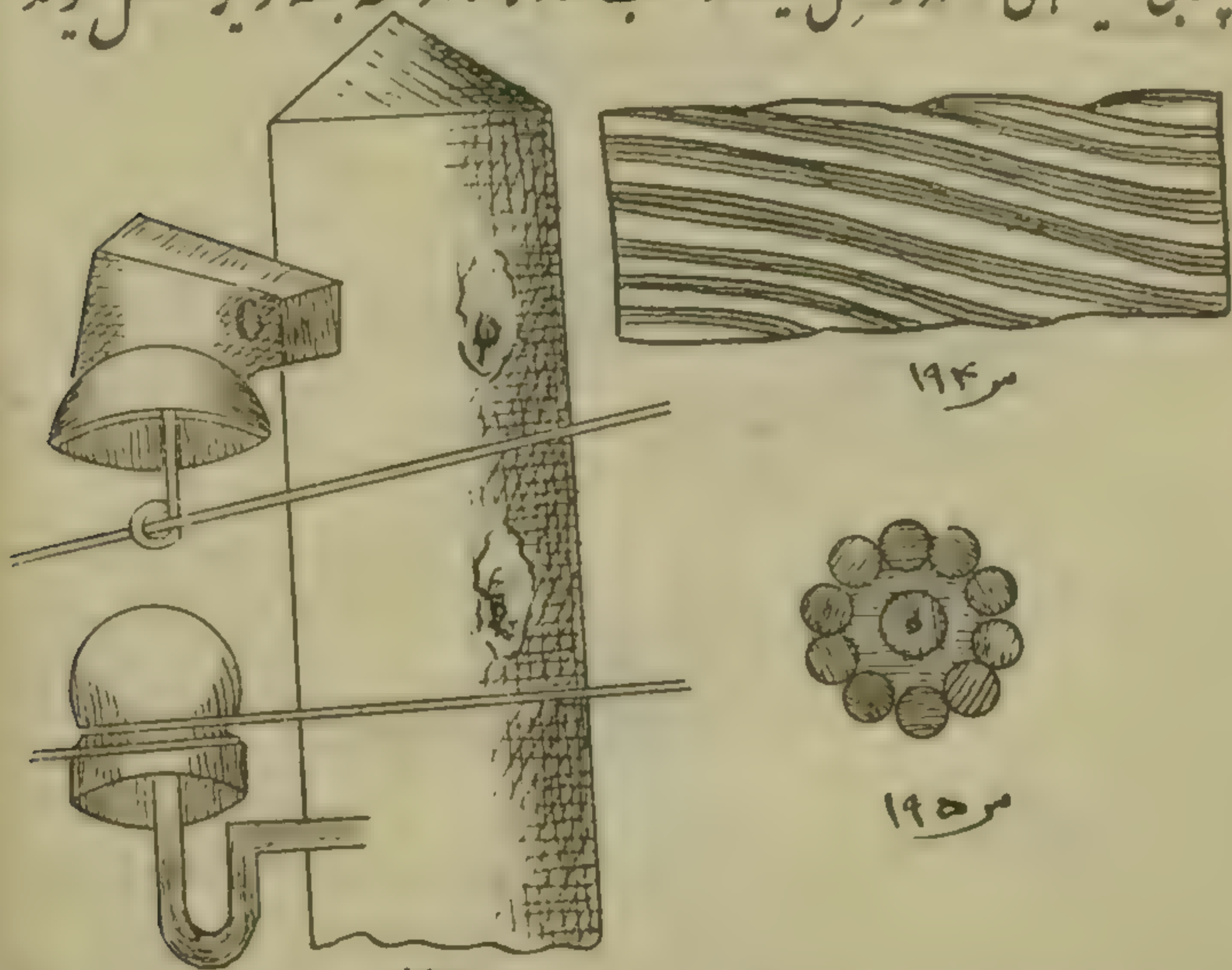
اهرم در محور خود میچرخد و انتهای M آن بطرف بالا رفته با نواری کاغذی



که در امتداد رسم بر روی چرخ C متحرک است اصطکاک پیدا میکند و با آن
که جسمی در میان در مغناطیس باقی است نوک M اهرم در روی نواری کاغذی P خط
مستقیمی ترسیم میکند ولی پس از قطع جریان اهرم دوباره بواسطه فنر R به
اول خود برگشته خط قطع میشود - کمی زیادی مدت وصل جریان خطوط طول
و یا کوتاهی را ترسیم میکند که بر حسب قرار داد معروف حروف الفبا را میسازند
مثل :

پیل و سیم تلگراف - سیم تلگراف معمولاً با سیمهای آهنی که قطرشان چهار
میلی متر و مقاومتشان در هر کیلومتری ۱۰ اهم است ساخته شده بواسطه تیرهای

چوبی و یا آهنی که در فواصل میسند نصب شده اند از نقطه نقطه دیگر مستقل میگردند



سر ۱۹۴

سر ۱۹۵

سر ۱۹۳

مقره های که از بدل چینی ساخته میگردند با بین سیم و تیر عایقی تشکیل میدهند (شکل ۱۹۳)
 سیمهای تحت الارضی و تحت ابهری که با جسم مادی مانند زمین آب مربوط اند
 خلاف عایق با مقاومتی لازم دارند : موقوف مادی که از سیم ساخته شده
 وسط قرار گرفته و اطراف آن را با چند ورقه کوتا پر کا (قسمی کالوچو) عایق
 نموده اند و در خارج کوتا پر کا سیمهای از مغزهای آهنی که قدری سحید و تریا
 تشکیل شده که آن را نیز از الیاف شاید از مستور کرده اند سر ۱۹۴

برای تولید جریان معمولاً مجموعه از چند پیل Batteries

را بکار میبرند .

فصل هفتم

الکتریسیته جویه

میدان الکتریکی جو — الکتریکلی را (شماره ۱۹) که میدانش طویل بود
(ع و سیمتر) و بنویخته شد و باشد اگر در هوای آزاد قرار دهیم نشان میدهد
که هوای سرد دارای الکتریسیته است زیرا که اوراق طلائی آن از یکدیگر جدا شده
و معمولاً وجود الکتریسیته مثبت را نشان میدهند .

چون الکتریکل در فضا تغییر مکان دهیم می بینیم که سطح الکتریکی نسبت
به ارتفاع زیاد میشود و این از دیاد در هر متر از ۱ تا ۱۰۰۰ ولت تغییر میکند
منتهی در هوای بارانی این از دیاد خیلی کم و در هوای خشک یا طوفانی خیلی
بیشتر است .

نقاط سطح الکتریکل نشان میدهند است (در جلد ۱) در یک سطح افقی قرار
میگیرند و در نفت یا برجسته یا مرتفع این سطوح شکل برجستگی را متابعه کرده
و در قعر که خیس باشد کمتر نزدیک میشوند و بالعکس در دره ها از یکدیگر دورتر

میکنند و در واقع الکتریسیته همانطور که در اجسام مادی توزیع میشد در زمین نیز بهمان
شکل تقسیم میشود

الکتریسیته جویه مثبت ولی در زمین الکتریسیته منفی موجود است و ممکن است عکس آن
اتفاق بیفتد (مخصوصاً

در مواقع بارندگی) یعنی

الکتریسیته زمین مثبت و

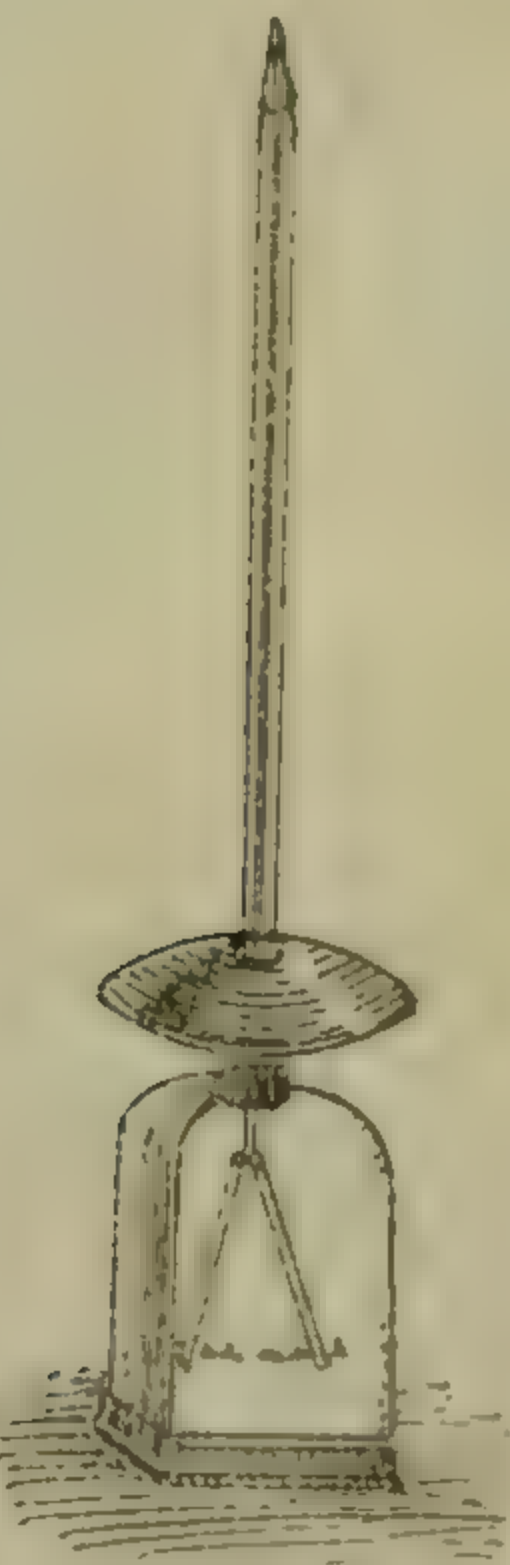
از آن جو منفی شود .

فکر نکن

Franklin

اول کسی است که باینک

۱۹۶



تجربه شباهت صاعقه و آثار تخلیه الکتریسیته را محقق ساخت با نظری که در سال ۱۷۵۲

بادبادکی را که دارای نوک فلزی بوده و ریسمان از حلق شاپه‌انه بافته شده بود

در هوای عده و برق دار پرواز داد - ریسمان بادبادک بواسطه قطعه ابریشمی حایق شده

رابطه اش با زمین مقطوع بود .

در ابتدا ای تجربه به هیچ اثری مشاهده نشد ولی پس از سقوط باران کمی ریسمان

مرطوب و مادی الکتریسیته شده و فراظن توانست از انتهای تختانی آن جرقه‌ای
طویل بکشد .

باید دانست که این تجربیات بدون خطر نمیباشند چنانکه در ۱۷۵۳ یک نفر فریاد
روسی موسوم بریشان که در هنگام طوفان خوشین ابلهانه‌ای اطاق خودش که مربوط
خانه بوده و برای تحصیل الکتریسیته جوی تعبیه شده بود نزدیک کرده و در اثر تخلیه الکتریسیته
جان خود را فدا نمود .

اگر در هوای طوفانی سطح الکتریکی ابرها را امتحان کنیم خواهیم دید که بعضی دارای
الکتریسیته مثبت و برخی دیگر دارای الکتریسیته منفی هستند و هر وقت اختلاف سطح
الکتریکی دو برابر و یا اینکه یک ابر با اندازه کافی بر زمین نزدیک شده تخلیه الکتریکی
مابین آن دو صورت میگیرد *De charge électrique* در صورتیکه
این تخلیه مابین ابر و زمین باشد صاعقه *Foudre* و اگر مابین
دو ابر باشد برق نامیده میشود *Cela* و معمولاً دوام
نور آن بیش از $\frac{1}{10}$ ثانیه نمیشد

صدائی که همیشه کمی بعد از برق شنیده میشود (اغلب چند ثانیه بعد از آن)
موسومست برعد *Cannère* که این صدا که در نتیجه تخلیه الکتریکی تولید

شد و بر تریب قسمتهای مختلفه هوا را تا چندین کیلو متر بوسان در میاورد و علت
اینکه بعد از رویت برق شنیده میشود است که مطابق آنچه که در فصل صوت گفته
شد سرعت صوت ۳۳۲ متر و سرعت نور ۳۰۰۰۰۰ کیلو متر در ثانیه است و
از همین رو میتوان فاصله دوایری که تولید رعد و برق را میسازند تا زمین
محسوس نمود .

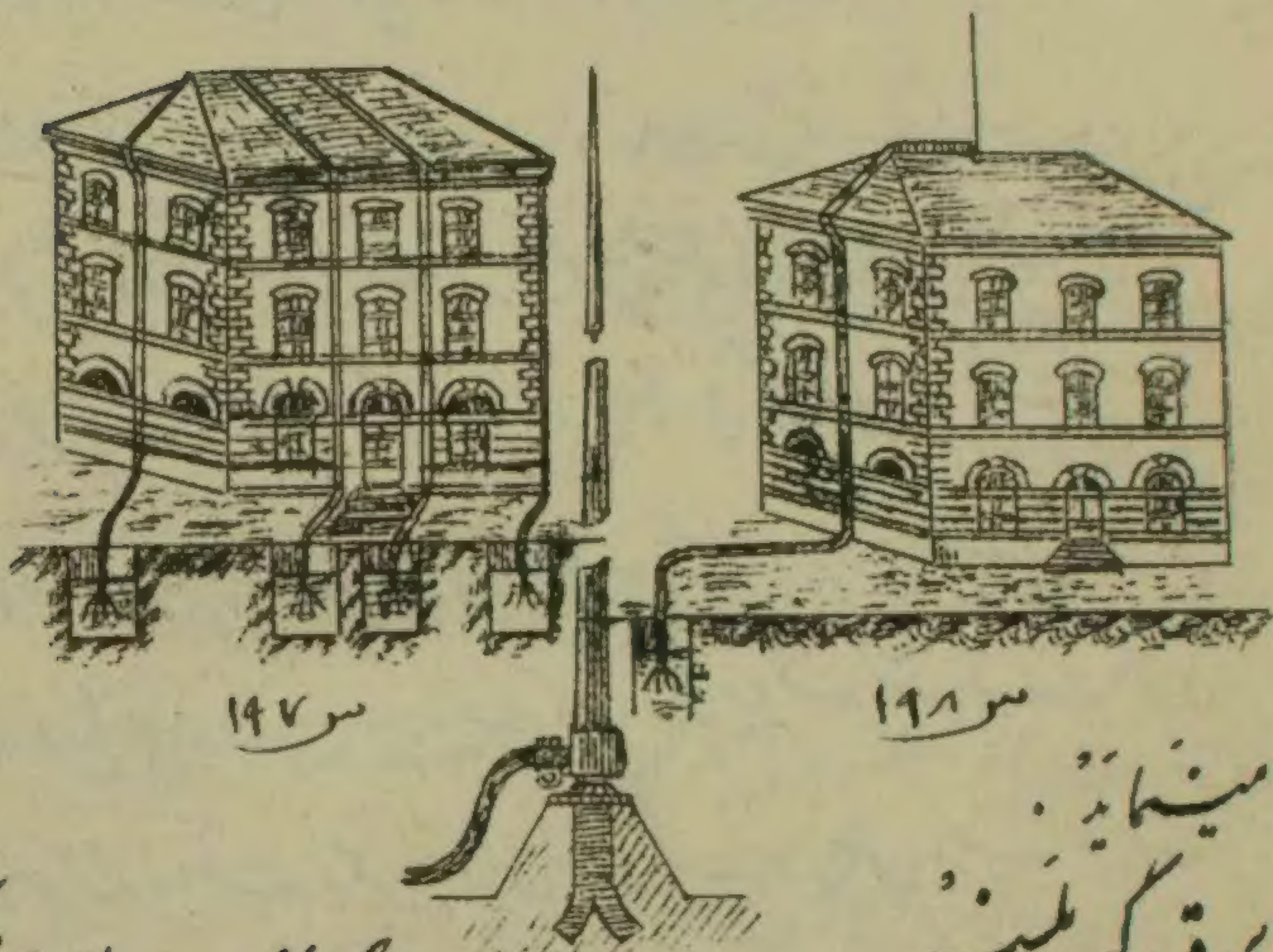
گاهی در کنار افق برقهائی مشاهده میشود بدون اینکه ابری در هوا باشد
و این مسند بواسطه است که برق در محل دوری است که صدایش نمیرسد این برق
افق را میتوان در واقع عکس برق دانست
صاعقه ممکن است در محل تولیدش آثاری بطور برساند که کاملاً شبیه با اثر
تخلیه الکتریسته باشد یعنی اجسام مادی اگر مادی و حتی بعضی اوقات هم آنها را از
و تجزیه کند . اجسام غیر مادی و یا اجسامی که کمتر مادی هستند در بعضی صاعقه خرد
متلاشی میشوند و نیز ممکن است صاعقه حیوانات را بکشد و یا آنها را مفلوج سازد
چون معمولاً صاعقه بچیزهای بلند و نوک دار میزند بنابرین نباید
در هنگام صاعقه بدخست یا چیزهای نوک دار دیگر پناهنده شد که ابداً امید
خلاصی آن نمیرود .

برقگیر *Paratonnerre* - فرانکلن برای حفظ
 عمارات عالیله اسبابی اختراع کرده موسوم به برقگیر که اساس آن تکی
 بر خاصیت نوکهاست

• • • برقگیر فرانکلن عبارتست از میل طویل فلزی (۸ الی ۱۰ متر) که در قسمت
 فوقانی خود محوتم بنوکی شده و آن را در بالای عمارتی که مقصود محافظت آنست قرار
 میدهند طرف پایین این میل فلزی برشته زنجیری مربوط است که وارد چاه
 شده و در واقع فشار ابر زمین مربوط میازد - نوک میل فلز بقطعه کوچکی طلای سفید
 یا مس مطلقاً ختم شده است زنجیر رابط بین برقگیر و زمین با تمام قسمتهای
 فلزی عمارت مثل شیرانی و مجاری آب یا گاز و غیره مربوط بوده و باین
 ترتیب مقدار الکتریسیته که در این قسمتها جمع میشود بواسطه زنجیر از عمارت خارج شده
 بقعر چاه میرود (شکل ۱۹۷)

اگر ابری که دارای الکتریسیته مخالف زمین از بالای عمارت عبور کند بواسطه
 مجاورت الکتریسیته آن در نوک برقگیر داخل شده از آنجا داخل زمین میشود
 و یا اگر صاعقه هم اتفاق افتد باز نوک برقگیر بشیر توجه کرده عمارت را
 آمارشوم خود معاف میدارد و همواره آخرین تصور میکنند که هر برقگیر بانداز

دایره از اطراف خود که شعاعش دو برابر ارتفاع میله آن باشد محاسبت



میسما یه
برق گیر مکنش

این برق گیر
بعضی فلزی بزرگی است که اطراف عمارت را احاطه کرده در محل تقاطع
قسمتهای مختلفه برق گیر و دبالاتی عمارت چگال های فستری که از اجتماع چندین
میله تشکیل شده قسمه میدهند تا اثرات صاعقه از نوکها زودتر دفع شود، انتهای
یا رنجبیرهای فلزی که عمارت را احاطه کرده اند در اینجا نیز وارد چاههایی شده و بزمین

مربوط میگردد (شکل ۱۹۸)

سائل



۱- جریانی باشد و اسپر به شعبه منقسم شود که مقدار نشان بر ترتیب یک
 پنج و دوازده اهم می باشد - تعیین کنید شدت اختلاف سطح الکتریکی در هر
 از سه شعبه ؟

۲- قوه محرکه پیل مساوی ۱٫۳ ولت مقاومت داخلی آن ۱٫۲۵ اهم است
 دو قطب این پیل را به ستول می که مقاومتش ۲٫۵ اهم است بکلیت
 مربوط نموده اند :

تعیین کنید اختلاف سطح الکتریکی مابین دو قطب این پیل را ؟
 ۳- آبخاری که در هر ثانیه ۴۱۸ لیتر از ۱۰۵ متر پایین میریزد برای بکار آمدن
 ماشین گرمایی بکار میرود و این ماشین ۸۰ کار حاصله را پس میدهد و
 قدرت دنیا مورد بحسب است معین کنید ؟

ثانیاً در صورتیکه مقاومت داخلی ماشین مساوی $\frac{1}{4}$ مقاومت خارجی بوده
 و مفول خارجی که از فسلر است در مقیاس انحراره که جریان آب از آن عبور میکند
 داخل شده باشد در هر ثانیه چقدر آب صفر درجه باید داخل مقیاس انحراره شود

ثالثاً پس از خروج به ۱۰۰ درجه برسد ؟

۴- برای گرم کردن ۱۰۰ کالری در ساعت حرارت لازم است -



بخوانند این حرارت از جریانی که اختلاف سطح الکتریکش ۱۱۰ ولت است
بگیرند :

۱- اولاً شدت جریان چقدر باید باشد و ثانیاً قیمت این حرارت در هر ۱۲ ساعت
چقدر است در صورتیکه میدانیم هر کیلووات در ساعت ۷۵ شاهی قیمت دارد ؟
۵- تعیین کنید که اولاً یک جارو ۲۰ لامپی در ساعت چقدر حرارت میدهد در
صورتیکه میدانیم هر چراغی جریان ۵ روپس ۱۰۰ ولتی را دارد آیا شد و ثانیاً
چقدر باید ذغال سوزاند تا همین مقدار حرارت بدست آید در صورتیکه میدانیم
ژول مساوی ۲۴۰۰۰ کالری کوچک و هر گرم ذغال بطور متوسط ۵۸۰۰ کالری
کوچک حرارت تولید میکند ؟

۶- بخوانیم به توسط جریانی الکتریکی که شدت آن مساوی ۱۵ آمپر است حجمی
که در وقت سطحش ۳۲ سانتیمتر مربع است با دانه از ده میلی متر ضخامت آب طلا
به هم در صورتیکه میدانیم وزن ذره طلا ۱۹۶ و وزن مخصوصش ۱۹۳۲ است چقدر
وقت برای این عمل لازم است .

۷- مجموعه از ده پیل در محلولی جریانی مساوی ۷۵ روپس تولید میکند اگر تا

جریان مقاومت دیگری مساوی ۵ اهم اضافه نمایم شدت جریان مساوی

عمره میسر شود بنا بر این تعیین کنید اولاً مقاومت مغنول و تیه را (با ضافه
پیل) و ثانیاً قوه محرکه هر یک از پستار را ؟

(۸- پیل با مقاومت مجهول X مربوط به مغنولی شده که مقاومتش ۱۲ اهم و ^ف ^{خدا}
سطح الکتریکی در دو کنار مغنول مساوی یک دلت است در صورتیکه میدا نیم قوه محرکه
پیل ۱٫۸ دلت است تعیین کنید مقاومت مجهول X را ؟

کتابخانه ^(۹۹) حسین میر خانی

در مطبعه علمی طبع گردید

۱۳۴۶

کتابخانه
معارف

